2853.

Library of the Museum

OF

COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.

Deposited by ALEX. AGASSIZ.

No. 11,718.

Oct. 30, 1887

BERICHTE

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

ZU

FREIBURG I. B.

ERSTER BAND

(1886)

Mit 8 Holzschnitten im Text und 10 Tafeln

FREIBURG I. B. 1886.
AKADEMISCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG VON J. C. B. MOHR
(PAUL SIEBECK)

GEDRUCKT

MIT UNTERSTÜTZUNG DER AKADEMISCHEN GESELLSCHAFT

UND DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

ZU FREIBURG I. B.

DRUCK VON C. A. WAGNER IN FREIBURG I. B.

Inhalt des ersten Bandes.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen behält sich die Verlagsbuchhandlung für jede einzelne Abhandlung vor.

Seite

Eine Bestimmung des Ohm. Von Dr. F. Himstedt, Professor an der Universität Freiburg. Mit 2 Holzschnitten im Text und 4 Holzschnitten am Schluss der Abhandlung 1

Beiträge zur Kenntniss der Physiologie und Biologie der Protozoën. Von Dr. A. Gruber, Professor an der Universität Freiburg. Mit Tafel I 33
Tafel-Erklärung nach Seite 56.

Das Respirations-System der Chamaeleoniden. Von Dr. R. Wiedersheim, Professor an der Universität Freiburg. Mit Tafel II, III 57
Tafel-Erklärung nach Seite 72.

Beiträge zur Kenntniss des Carpus und Tarsus der Amphibien, Reptilien und Säuger. Von G. Kehrer in Freiburg i. B. Mit Tafel IV . . 73
Tafel-Erklärung: Seite 88.

Zur Annahme einer Continuität des Keimplasma's. Von Dr. A. Weismann, Professor in Freiburg 89

Die Reifung des Arthropodeneies nach Beobachtungen an Insekten, Spinnen, Myriapoden und Peripatus. Von Dr. F. Stuhlmann in Hamburg. Mit 2 Holzschnitten im Text und Tafel V—X 101
Tafel-Erklärung: Seite 220

Berichtigung.

Auf Seite 23 ist nach der letzten Zeile von unten einzuschalten:

Die Versuche, deren Nummern den Index a tragen, sind mit Schliessungs-, die mit dem Index b mit Oeffnungs-Inductions-Strömen ausgeführt.

Eine Bestimmung des Ohm

von

F. Himstedt*).

Die nachfolgende Untersuchung wurde ausgeführt mit den Mitteln, welche die Grossherzoglich Badische Regierung auf Anregung des internationalen Electriker-Congresses zu Paris für eine absolute Widerstandsmessung bewilligt hat.

1. Die Methode**).

Es sei ein primärer Stromkreis gebildet aus der inducirenden Rolle A, zwei parallel geschalteten Widerständen r und w_0, einer Stromquelle E und einem Stromunterbrecher D_1 (Fig. 1). Der secundäre Stromkreis bestehe aus der Inductionsrolle B, dem Galvanometer G, dem Unterbrecher D_2 und einem Widerstande $r_1 = r$. Der gesammte Widerstand des secundären Kreises w_1 sei gleich $r_1 + w_2$ und es sei w_2 gleich dem oben genannten w_0. Wird der primäre Strom i durch den Unterbrecher D_1 in der Secunde n Mal geschlossen und unterbrochen und durch passende Regulirung von D_2 dafür gesorgt, dass entweder nur die Schliessungs- oder nur die Oeffnungs Inductionsströme das Galvanometer durchfliessen, so ist

$$\text{I} \ldots\ldots \quad G \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{n.\ i.\ V}{w_1}$$

G der Reductionsfactor des Galvanometers, α_1 die beobachtete Ablenkung, V das Potential der Rollen auf einander. Wird andererseits der Hauptstrom dauernd geschlossen und w_0 ersetzt durch w_2

*) Im Auszuge der Kgl. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin vorgelegt am 23. Juli 1885.

**) Vergl. F. Himstedt, Ueber eine Methode zur Bestimmung des Ohm. Wied. Ann. XXII. pg. 281. 1884.

(die Leitung des secundären Kreises, nachdem aus dieser r_1 ausgeschaltet ist) so dass also die Rolle B und das Galvanometer sich im Nebenschluss zu r befinden, so besteht für die jetzt beobachtete Galvanometerablenkung α_2 die Gleichung

$$G \operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{r\,i}{r + w_2} = \frac{r\,i}{w_1} \quad \ldots \quad \text{II}^*).$$

Aus I und II folgt:

$$r = n.\ V.\ \frac{\operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1} \quad \ldots \quad \text{III}.$$

Nimmt man für die inducirende Rolle A ein Solenoid gegen dessen Länge der Radius desselben sowie die Dimensionen der inducirten Rolle nur klein sind und das mit nur einer Drahtlage umwickelt ist, so wird

$$V = 4\pi^2 R^2 k b\,(1 + 2a) \quad \ldots \quad \text{IV}$$

$$r = 4\pi^2 R^2 k b n\,(1 + 2a)\,\frac{\operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1} \quad \ldots \quad \text{V}.$$

Hierin bezeichnet R den Radius des Solenoids, k die Anzahl der Drahtwindungen auf der Längeneinheit desselben, b die Gesammtzahl der Windungen auf der Inductionsrolle B und 2a ein später zu entwickelndes Correctionsglied. Der Werth dieses letzteren war bei allen Versuchen kleiner als 0.03, so dass für die Bestimmung von r nur die genaue Messung der Grössen R k b n und $\operatorname{tg} \alpha_2 / \operatorname{tg} \alpha_1$ in Frage kam.

Die Vortheile**) dieser Versuchsanordnung bestehen darin, dass die Zahl der zu messenden Grössen eine verhältnissmässig sehr kleine ist und dass hierbei alle die Grössen in Wegfall kommen, bei deren Bestimmung die erforderliche Genauigkeit anerkannter Maassen nur schwer zu erreichen ist. Ich rechne hierher die Constanten resp. Variationen des Erdmagnetismus und des Stabmagnetismus, den Inductionscoefficienten resp. die Windungsflächen von Drahtspulen mit vielen Lagen über einander, den Reductionsfactor eines Galvanometers, Trägheitsmoment und logarithmisches Decrement schwingender Magnete und besonders auch die genaue Bestimmung des Widerstandes von Kupferdrähten, die oft nicht ein Mal in demselben

*) Die Anordnung der Stromkreise, welche auf Gleichung I geführt hat, wird im Folgenden als „Schaltung I", die der Gleichung II entsprechende als „Schaltung II" bezeichnet werden.

**) Vergl. hierüber ROITI, Determinazione della resistenza elettrica di un filo in misura assoluta Nuov. cim. Ser. 3 Vol. XV.

Zimmer sich befinden und deren Temperatur immer nur angenähert aus der der umgebenden Luft gefunden werden kann*).

2. Ableitung des Correctionsgliedes 2a der Formel V.

Wir setzen voraus, dass die Mittelpunkte und die Axen des Solenoids und der Inductionsrolle zusammenfallen. Dann lässt sich das Potential derselben auf einander in die Form bringen:

$$\text{VI} \ldots\ldots \quad V = V_0 + 2\,V_1.$$

Hierin bezeichnet V_0 das Potential des Solenoids, dasselbe als unendlich lang angesehen, $2\,V_1$ stellt das Potential der Endflächen des Solenoids auf B dar, wenn man diese der Art mit nord- resp. südmagnetischer Masse belegt denkt, dass diese Massen das Solenoid

*) Herr G. WIEDEMANN hat in seinem Werke Electricität Bd. IV. Abthg. 2 eine „Vergleichung der Methoden" zur Bestimmung des Ohm gegeben und schreibt § 1340 pg. 969:

„Die Methode der Induction zweier Drahtkreise auf einander und Messung des Inductionsstromes an einem Galvanometer bedingt zunächst die Ausmessung dreier Drahtrollen, des Inductors, des inducirten Kreises und des Galvanometers, resp. noch des um letzteres gelegten Gewindes zur Messung des inducirenden Stromes; . . . . .

„Ist P das Potential der Spiralen auf einander, ϑ die Ablenkung der Galvanometernadel durch den Inductionsstrom, α dieselbe durch den inducirenden Strom, h das Verhältniss der Drehungsmomente der verwendeten Gewinde des Galvanometers, T die Zeitdauer der Schwingung der Nadel desselben, so ist, wiederum abgesehen von Nebenumständen

$$W = \frac{\pi}{T}\,\frac{\operatorname{tg}\,\alpha}{\sin\,{}^1/_2\,\vartheta}\,\frac{P}{h}$$

„Aus den Formeln für P ergiebt sich, dass ein Fehler in der Messung des mittleren Abstandes der Spiralen linear und dass der Fehler in der Bestimmung des mittleren Radius quadratisch im Endresultate auftritt. Bei geringeren Abständen der inducirenden Rollen ist der Abstand also sehr genau zu messen resp. durch Aenderung desselben eine grössere Genauigkeit zu erzielen."

„Aehnliche Betrachtungen gelten für die Methode von ROITI."

Es könnte hiernach den Anschein haben, als ob alle die vorstehend wiedergegebenen Betrachtungen, resp. ihnen ähnliche, auf die Methode von ROITI, welche der von mir benutzten gleich ist, Anwendung fänden und ich glaube desshalb darauf aufmerksam machen zu müssen, dass nur der Passus: „dass der Eehler in der Bestimmung des mittleren Radius quadratisch im Endresultate auftritt", für diese Methode Giltigkeit hat, denn der Methode ist die Anwendung eines unendlich langen Solenoids eigenthümlich und da durch die Versuchsanordnung auch die Galvanometerconstanten eliminirt werden, so sind nicht drei Drahtrollen auszumessen, sondern nur der Durchmesser einer einzigen Drahtlage, ebensowenig muss der Abstand der inducirenden Rollen „sehr genau" gemessen werden, denn derselbe tritt nur in einem Correctionsgliede auf (vergl. pg. 2) und endlich fällt auch die Bestimmung der Grössen h und T in obiger Formel fort.

in seiner electromagnetischen Wirkung nach aussen ersetzen können. Wenn wir, wie oben, den Radius des Solenoids mit R, die Anzahl der Windungen auf der Längeneinheit mit k bezeichnen und annehmen, dass die Inductionsrolle B aus b Windungen besteht, so ist

$$\text{VII} \ldots\ldots \quad V_0 = 4\pi^2 R^2 k b^*).$$

Um V_1 abzuleiten, sei H J K (Fig. 2) eine der Windungen der Rolle B, durchflossen vom Strome 1; ihr Abstand von der Endfläche N, die Länge O J, sei gleich z. Wir ersetzen H J K durch eine magnetische Doppelfläche und nehmen hierzu das Stück H C K der Oberfläche einer um O als Mittelpunkt beschriebenen Kugel. Bezeichnen wir mit d o ein Oberflächenelement derselben, mit v das Potential der Endfläche N des Solenoids auf einen magnetischen Punkt 1 in d o, so ist

$$P = \int \frac{\partial v}{\partial r} \, d\,o$$

das Potential von N auf H J K. Die Integration ist hierbei über das durch den Kreis H K begrenzte Stück H C K der Kugeloberfläche zu erstrecken.

Nach MAXWELL II pag. 302 ist

$$v = 2\pi k \left\{ \frac{1}{2}\frac{R^2}{r} P_1(\cos\vartheta) - \frac{1.1}{2.4}\frac{R^4}{r^3} P_2(\cos\vartheta) + \frac{1.1.3}{2.4.6}\frac{R^6}{r^5} P_4(\cos\vartheta) \ldots . \right\}$$

und wir finden

$$P = 4\pi^2 R^2 k \left\{ \frac{1}{2}\left(\frac{z}{r} - 1\right) - \frac{3}{16}\frac{R^2}{r^2}\left(\frac{z^3}{r^3} - \frac{z}{r}\right) + \frac{5}{128}\frac{R^4}{r^4}\left(7\frac{z^5}{r^5} - 10\frac{z^3}{r^3} + 3\frac{z}{r}\right) \ldots \right\}$$

Hierin ist $r = \sqrt{z^2 + p^2}$ und p der Radius der Windung H K. Bezeichnet man den mittleren Radius der ganzen Inductionsrolle mit ρ und setzt $p = \rho + \delta$, bezeichnet ferner die halbe Länge des Solenoids mit l und setzt $z = l + \zeta$ so erhält man für das Potential der Endfläche N auf alle Windungen der Rolle B, also für die oben mit V_1 bezeichnete Grösse

$$V_1 = \varkappa\mu \int_{-\frac{1}{2}c}^{+\frac{1}{2}c} d\zeta \int_{-\frac{1}{2}d}^{+\frac{1}{2}d} P \, d\delta$$

wo c die Breite, d die Höhe des Querschnitts der Windungen von B bezeichnet $\varkappa$ resp. μ die Zahl der Windungen auf der Längen-

*) MAXWELL II. pg. 281.

einheit von c resp. d, so dass die Gesammtzahl der auf B vorhandenen Windungen $b = \varkappa c \mu d$. Entwickeln wir P in die Reihe

$$P = P_0 + \zeta \left(\frac{dP}{d\zeta}\right)_0 + \delta \left(\frac{dP}{d\delta}\right)_0 + \tfrac{1}{2} \zeta^2 \left(\frac{d^2 P}{d\zeta^2}\right)_0 + \ldots$$

so erhalten wir

$$\text{VIII} \ldots \quad V_1 = 4\pi^2 R^2 k b \left\{S_1 + \frac{1}{24}(c^2 S_2 + d^2 S_3) + \ldots\right\}$$

wobei zur Abkürzung gesetzt ist

$$S_1 = \tfrac{1}{2}\left(\frac{l}{\sigma} - 1\right) + \frac{3}{16} R^2 \frac{l\rho^2}{\sigma^5} + \frac{5}{128} R^4 l\rho^2 \frac{3\rho^2 - 4l^2}{\sigma^9}$$

$$S_2 = \tfrac{3}{2} \frac{l\rho^2}{\sigma^5} \left\{-1 + \frac{5}{8} R^2 \frac{4l^2 - 3\rho^2}{\sigma^4} - \frac{35}{64} R^4 \frac{5\rho^4 - 20 l^2\rho^2 + 8l^4}{\sigma^8}\right\}$$

$$S_3 = \tfrac{1}{2} \frac{l}{\sigma^5} \left\{2\rho^2 - l^2 + \frac{3}{8} R^2 \frac{2l^4 - 21 l^2\rho^2 + 12\rho^4}{\sigma^2} + \frac{5}{64} R^4 \frac{90\rho^6 - 395\rho^4 l^2 + 200\rho^2 l^4 - 8l^6}{\sigma^8}\right\}$$

$$\sigma = \sqrt{l^2 + \rho^2}.$$

Aus den Formeln IV bis VIII findet man das gesuchte Correctionsglied

$$\text{IX.} \ldots \quad 2a = 2\left\{S_1 + \frac{1}{24}(c^2 S_2 + d^2 S_3) \ldots\right\}$$

Weitere Glieder von 2a als die hier aufgeführten zu berücksichtigen war bei den benutzten Apparaten nicht nöthig, denn das nächstfolgende Glied hatte angenähert den Werth $S_1 \cdot 10^{-5}$.

Fällt der Mittelpunkt der Inductionsrolle B nicht mehr in den Mittelpunkt des Solenoids, sondern besitzt von diesem in der Richtung der Axe den Abstand e, so erhält man mit genügender Annäherung

$$\text{IX a} \ldots \quad 2a_1 = 2\left\{S_1 + \frac{1}{24}\left[(12 c^2 + e^2) S_2 + d^2 S_3\right] \ldots\right\}$$

3. Die Grundmaasse.

Alle Längenmessungen sind bezogen auf einen Maassstab aus Glas mit Millimetertheilung, welcher in der Normal-Aichungs-Commission in Berlin mit dem Normalmeter verglichen ist. Eine Ausnahme hiervon macht nur eine später zu erwähnende Messung, der ein cylindrischer Glasstab zu Grunde liegt, dessen Länge ich nicht selbst bestimmen konnte und der desshalb ebenfalls in der Normal-Aichungs-Commission ausgemessen wurde. Für beide Messungen bin ich dem Director Herrn Geh. Regierungsrath FÖRSTER zu Dank verpflichtet.

Zu den Zeitmessungen diente ein Marine-Chronometer von Bröcking in Hamburg, das halbe Secunden schlug. Der Gang desselben wurde durch Zeitbestimmungen controlirt.

4. Das Solenoid.

Das Solenoid ist auf eine vielfach verleimte hohle Walze aus Holz gewickelt, wie solche in den Orchestrions verwendet werden. Dieselbe ist im Jahre 1868 angefertigt und im Mai 1884 für den vorliegenden Zweck nochmals abgeschliffen und auf der Drehbank polirt. Der Durchmesser derselben wurde auf drei verschiedene Arten*) bestimmt, die so gewählt waren, dass sie zugleich ein Urtheil ermöglichten darüber, ob der Querschnitt der Walze mit genügender Annäherung ein Kreis und ob ebenso die ganze Walze ein Cylinder war.

1. Messung: Mittelst einer Mikrometerschraube wurden an 13 über die Länge der Walze gleichmässig vertheilten Punkten je 6 Durchmesser desselben Querschnitts verglichen mit der Länge eines Glasstabes.

Fig. 3 stellt die benutzte Einrichtung dar. Eine mit 3 Fussschrauben versehene 3 cm dicke Eisenplatte E trägt auf drei Messingsäulen M eine in der Mitte durchbrochene Metallplatte S, in welche die Gewinde eingeschnitten sind für drei Schrauben mit flachabgedrehten Köpfen K. Auf diesen ruhen die Füsse eines Sphärometers von Breithaupt und werden in ihrer Stellung durch die Klemmen F gesichert. In der Mitte der Platte E sind zwei Glasstücke G so aufgekittet**), dass sie im reflectirten Lichte die NEWTON'schen Ringe zeigen und dass diese ihre Lage ändern, sobald man die oberste Glasplatte resp. den kleinen auf derselben befestigten Knopf B berührt. Die Ringe werden mit einem Mikroskop beobachtet. Der ganze Apparat ruht auf einer in die Wand eingegypsten Steinplatte. Der zur Ver-

*) Ich habe auch versucht den Durchmesser durch Kathetometermessungen zu bestimmen, aber keine brauchbaren Werthe erhalten. Die Einstellungen auf denselben Punkt einer Seitenkante der Cylinderfläche differirten um mehr als 0.1 mm je nachdem ich die Kante von der hinteren oder der vorderen Seite beleuchtete, je nachdem ich das Licht direct auffallen liess oder durch mattgeschliffene Glasplatten gehen liess etc. Aehnliche Beobachtungen hat auch Herr WILD gemacht, doch ist es ihm bei seinen Apparaten gelungen, eine Einrichtung zu treffen, die übereinstimmende Resultate lieferte. „Bestimmung des Werthes der S. E. in absolutem Maasse". Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourgh. VII Ser. T. XXXII. No. 2, pg. 81.

**) Vergl. K. R. KOCH, Ueber eine Methode zur genauen Dickenmessung mit dem Sphärometer. Wied. Ann. III. pg. 611, 1878.

gleichung benutzte Glasstab T war cylindrisch, c. 2 cm dick und wie Fig. 4 zeigt in eine mit Stellschrauben versehene Messingplatte P eingekittet. In der Mitte jeder der beiden senkrecht zur Längsaxe angeschliffenen Endflächen des Stabes war ein Kreisring eingeätzt von nicht ganz 3 mm Durchmesser. Der Abstand dieser so markirten Kreisflächen ist in der Normal-Aichungs-Commission zu Berlin bestimmt zu 23.3264 cm bei 18.5° C. mit einer wahrscheinlichen Unsicherheit von 0.0002—0.0003 cm. Um mit diesem Abstande die Durchmesser der Walze zu vergleichen, wurde zunächst die Platte E (Fig. 3) mit Hülfe einer Libelle horizontal gestellt und an den Schrauben K so lange gedreht bis die Axe der Sphärometerschraube X senkrecht stand über dem Knopfe B, dann der Dreifuss (Fig. 4) mit dem Glasstabe zwischen den Knopf B und das Ende der Mikrometerschraube gestellt, an den Fussschrauben des Dreifusses gedreht, bis die untere Kreisfläche des Glasstabes mit dem Knopfe B in Berührung kam, die Sphärometerschraube bis zur Berührung mit der oberen Kreisfläche gedreht und ihre Stellung an der Theilung abgelesen. Der Eintritt der Berührung wurde hierbei immer im Mikroskop an der beginnenden Bewegung der Newton'schen Ringe erkannt. Hierauf wurde der Glasstab entfernt und die Stellung der Sphärometerschraube für einen Durchmesser der Walze bestimmt. Die letztere ruhte hierbei auf einem resp. zwei passend gepolsterten Schlitten, welche durch Schrauben in drei zu einander senkrechten Richtungen bewegt werden konnten. Um sicher zu sein, dass der tiefste resp. höchste Punkt eines Querschnitts der Walze mit dem Knopfe B resp. dem Ende der Sphärometerschraube in Berührung war, also nicht etwa eine Sehne statt des Durchmessers gemessen ward, wurde die Walze senkrecht zu ihrer Längsaxe erst in der einen, dann in der entgegengesetzten Richtung verschoben und für alle Stellungen, 8—10 im Ganzen, die Einstellung der Sphärometerschraube abgelesen. Der grösste hierbei gefundene Werth war dann der des Durchmessers. Dieses Hin- und Herbewegen wurde 4 Mal wiederholt, so dass für jeden Durchmesser drei Ablesungen gewonnen wurden. Dieselben differirten nie um mehr als 0.005 mm.

Die Temperatur der Räume in welchen die Messungen ausgeführt wurden und in welchen die Walze bis nach Beendigung aller Beobachtungen stehen blieb, lag stets (Nacht und Tag) zwischen 13° u. 16° C. Um auch diese Unterschiede in den Temperaturen in Rechnung ziehen zu können, habe ich vor Beginn der eigentlichen Messungen versucht, mit dem eben beschriebenen Apparate den Aus-

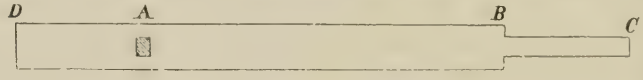
dehnungscoefficienten der Walze wenigstens angenähert zu bestimmen und zwischen 9° und 22°C. für denselben gefunden: 0.00005. Mit Zugrundelegung dieses Werthes sind dann alle Messungen auf 14°C. reducirt. Mit demselben Apparate habe ich auch untersucht ob der Feuchtigkeitsgehalt der Luft einen messbaren Einfluss ausübte. Die Feuchtigkeit der Zimmerluft wurde mit einem AUGUST'schen Psychrometer bestimmt. Für Schwankungen der relativen Feuchtigkeit von 60% bis nahezu 90% konnte nicht die geringste Aenderung in dem Durchmesser der Walze gefunden werden. Die definitiven Messungen haben ergeben:

	der kleinste Werth	der grösste Werth	im Mittel
Ia	23.3198	23.3289	23.3252
Ib	23.3187	23.3293	23.3244

Die Messung Ia wurde ausgeführt in den Tagen vom 23. bis 27. October 1884, die Messung Ib vom 2. bis 8. Januar 1885.

2. Messung: Durch umgelegte Papierstreifen wurden an 13 Stellen die Umfänge der Walze gemessen.

Die Streifen waren aus Pauspapier geschnitten wie beistehende Fig. zeigt, 4 cm breit, die Strecke AB war um wenige Millimeter



kürzer als der zu messende Umfang. Bei dem Umlegen des Streifens wurde BC durch die Oeffnung bei A gezogen, an C und D wurden je 250 Gramm angehängt und der Streifen, von dem tiefsten Punkte des Umfanges anfangend, mit beiden Händen glatt gestrichen. Nachdem durch einen Stich mit einer feinen Nadel zwei übereinander liegende Punkte des Streifens markirt waren, wurde derselbe so über den horizontal gelegten Glasstab gelegt, dass die Enden mit den Gewichten frei herunterhingen, dann wurden auf die Nadelstiche zwei Mikroskope mit Okularmikrometern eingestellt und abgelesen, der Papierstreifen entfernt, der Maassstab durch Fussschrauben um die Papierdicke gehoben, so dass die Mikroskope jetzt auf die Theilung des Maassstabes scharf eingestellt waren und dann an diesen ihre Entfernung von einander abgelesen. Jeder Umfang wurde zwei Mal gemessen. Aus der so gefundenen Länge l und der Dicke des benutzten Papiers δ wurde der Durchmesser berechnet:

$$D = \frac{l}{\pi} - \delta$$

δ betrug 0.07 mm.

Für den Durchmesser wurde gefunden:

		der kleinste Werth	der grösste Werth	im Mittel
d. 10. Jan.	IIa	23.3186	23.3256	23.3227
d. 12. Jan.	IIb	23.3186	23.3249	23.3231

3. Messung: Der Durchmesser wurde berechnet aus der Länge des aufgewickelten Drahtes.

Um die Länge desselben zu bestimmen waren 5 Messlatten mit Stellschrauben versehen und so aneinder gesetzt, dass sie einen etwa 13 m langen Tisch bildeten, dieser wurde mit einer Schicht Paraffin übergossen damit die Umspinnung des darüberhin schleifenden Drahtes keine Beschädigung erlitte. An den Enden dieser Bahn war je eine mit Millimetertheilung versehene Spiegelglasscala aufgekittet und wurde die Entfernung entsprechender Theilstriche der beiden Scalen nach Art der Basismessungen ermittelt, indem ein Maassstab unter Mikroskopen verschoben wurde. Die Richtung, in welcher der Maassstab verschoben werden musste, wurde durch einen straff gespannten Draht markirt und mit einem Theodolithen controlirt. Bei der Wickelung wurde der Draht von einer Spule abgewickelt die nahezu gleichen Radius hatte wie das zu wickelnde Solenoid. Dieselbe lief in Spitzen und war an der Axe durch passende Gewichte gebremst. Der Draht wurde zunächst über mehrere leicht laufende Rollen und dann über die Messbahn zur Walze geführt, die ihrerseits durch Schrauben an der Axe so stark gebremst war, dass sie in jeder beliebigen Stellung sicher fest stand. Die Spannung des Drahtes hing im wesentlichen nur ab von der Grösse der bremsenden Gewichte und darf desshalb als constant angesehen werden. Ueber der ersten Glasscala der Bahn wurden mit einer feinen Nadel, deren Spitze in Asphaltlack getaucht wurde, auf den Draht drei feine Marken gemacht und diese, nachdem sie die Bahn durchlaufen hatten, über der zweiten Glasscala wieder abgelesen.

Während der Wickelung wurde gleichzeitig durch Mikroskop mit Okularmikrometer an 332 Stellen die Dicke des Drahtes bestimmt und im Mittel gefunden $d = 0.047$ cm. Für den Durchmesser der Walze ohne Draht hat diese Messung ergeben

III 23.3242 cm *).

Nach beendeter Wickelung wurde der Durchmesser der Walze

*) Im Ber. d. Akad. d. Wissensch., Berlin 23. Juli 1885, ist durch ein Versehen 23.3262 gedruckt.

mit Draht wieder in der oben angegebenen Weise durch umgelegte Papierstreifen gemessen.

Mit Berücksichtigung der Drahtdicke ergiebt sich aus dieser Messung der Durchmesser ohne Draht

d. 12. Febr. IVa 23.3190 cm.

Dieselbe Messung ausgeführt nach Beendigung der ganzen Arbeit ergab

d. 9. Juli IVb 23.3194 cm.

Endlich habe ich diese Messung auch noch ausgeführt mit einem Stahlbandmaass, welches den Papierstreifen durchaus ähnlich geschnitten war. Die Dicke desselben war $\delta = 0.17$ mm. Jeder Umfang wurde drei Mal gemessen. Im Mittel ergab sich für den Durchmesser:

d. 10. Juli V 23.3204 cm.

Die Uebereinstimmung in den Resultaten der Messungen II, IV und V lässt erkennen, dass die Walze während der Dauer der Versuche keine merklichen Veränderungen erlitten hat. Ueberhaupt hat es wohl keine Bedenken Rollen von Holz überall dort zu verwenden, wo man, wie in dem vorliegenden Falle, die Dimensionen stets controliren kann.

Herr G. WIEDEMANN sagt in seiner Arbeit: „Ueber die Bestimmung des Ohm“ *). „Papierstreifen eignen sich für ganz exacte Messungen dieser Art nicht gut, da sie durch Spannung und Belastung gedehnt werden. So verlängerte sich nach Kathetometerbeobachtungen ein durch 266 gr belasteter Streifen von Zeichenpapier von 47 mm Breite bei weiterer Belastung mit 1073 gr von 604.66 bis 605.02 mm.“ Ich habe diese Versuche nachgemacht und wie zu erwarten war, durchaus ähnliche Resultate erhalten, die Papierstreifen mit einem Schlitz, wie ich sie bei den obigen Messungen benützt habe, sind sogar bei einer Belastung von 1200 gr meistens gerissen. Trotzdem aber glaube ich behaupten zu dürfen, dass unter den Verhältnissen und Bedingungen, unter welchen ich die Papierstreifen verwendet habe (Belastung von 250 gr und Ausspannen über einen horizontalen Maassstab), man sehr genaue Messungen damit ausführen kann. Es erhellt dies, glaube ich, zur Genüge aus der ausserordentlich guten Uebereinstimmung, welche die zahlreichen, mit Papierstreifen ausgeführten Messungen sowohl

*) Abhdlgn. d. Kgl. Akad. d. W. Berlin 27. Nov. 1884, pg. 24.

unter einander als auch mit den in ganz anderer Weise ausgeführten übrigen Messungen zeigen.

Für die Berechnung des Radius R der Formel V wurden benutzt: das Mittel aus Ia und Ib D = 23.3248 cm, das Mittel aus IIa und IIb D = 23.3229 cm, ferner III D = 23.3242 cm, das Mittel aus IVa und IVb D = 23.3192 cm und V D = 23.3204 cm. Mit Berücksichtigung der Drahtdicke findet sich

$$\mathbf{R = 11.6846\ cm.}$$

Die Drahtwindungen bedeckten die Walze auf einer Länge

$$\mathbf{2\,l = 135.125\ cm.}$$

Diese Länge wurde in folgender Weise bestimmt. Es wurden drei Mikroskope mit Okularmikrometer eingestellt auf den Anfang, auf einen Punkt nahe der Mitte und auf das Ende des Solenoids, dann dieses entfernt und der Glasmaassstab zuerst unter die beiden ersten dann unter das zweite und dritte Mikroskop gebracht. Diese Messungen wurden an 6 verschiedenen Stellen ausgeführt, indem das Solenoid um je 60° um seine Längsaxe gedreht wurde. Jede Messung ist drei Mal wiederholt.

Die Zahl der Windungen, durch ein Uhrwerk bei der Wickelung bestimmt und durch directes Zählen controlirt, war 2864. Mithin ist die Anzahl der Windungen auf der Längeneinheit

$$\mathbf{k = \frac{2864}{135.125}}$$

Der Kupferdraht war doppelt mit weisser Seide übersponnen und durch eine Lösung von Paraffin in Terpentinöl gezogen. Proben desselben waren chemisch auf ihren Eisengehalt untersucht. Qualitativ konnten Spuren desselben nachgewiesen werden, doch waren dieselben zu gering um quantitativ bestimmt werden zu können. Ein astatisches Nadelpaar wurde durch eine Rolle des Drahtes nicht merklich abgelenkt.

So unwahrscheinlich es an und für sich war, dass bei nur einer Lage von doppelt umsponnenem und mit Paraffin überzogenem Drahte, dessen Windungen ohne jede Gewalt neben einander gelegt waren, zwei derselben in metallische Berührung getreten sein sollten, so wünschte ich doch eine Controle für die Isolation bringen zu können und ich habe dieselbe desshalb mit einer HUGHES'schen Inductionswaage in ähnlicher Weise zu prüfen gesucht, wie dies von RAYLEIGH*)

*) On the electro-chem. equivalent of silver and on the absolute electromotive force of Clark cells Proc. Roy. Soc. London 1884.

beschrieben ist. Es wurde hierzu die später zu beschreibende Inductionsrolle B benutzt. Die Wickelung derselben bestand aus 15 Abtheilungen; 7 derselben wurden mit einer Drahtspule C zu einem primären Kreise verbunden, in welchen der durch einen Unterbrecher intermittirend gemachte Strom geschickt wurde. Die übrigen 8 Abtheilungen der Rolle B bildeten zusammen mit einer Spule D den secundären Kreis, in welchen ein Telephon eingeschaltet war. Durch Verschieben von C gegen D konnte der Ton im Telephon zwar nicht absolut zum Verschwinden gebracht werden, aber doch so geschwächt werden, dass er nur noch bei äusserster Aufmerksamkeit und vollkommener Stille der Umgebung wahrgenommen werden konnte. Wurde jetzt B über das Solenoid geschoben so trat eine geringe Verstärkung des Tones ein, um welche Stelle des Solenoids die Rolle auch gelegt wurde, und die Intensität dieses Tones konnte durch Verschieben von C gegen D nicht verringert werden. RAYLEIGH hat schon darauf aufmerksam gemacht, dass der Ton wahrscheinlich Folge der Condensatorwirkung der zu prüfenden Rolle ist. Wurde das Solenoid in sich geschlossen, so trat eine Verstärkung des Tones ein. Wurden ferner zwei feine Nähnadeln, die durch einen Draht von etwa 2 S. E. Widerstand verbunden waren, mit ihren Spitzen auf zwei Drahtwindungen des Solenoids in der Nähe der umgelegten Rolle B aufgedrückt, so dass hierdurch jene beiden Windungen metallisch in sich geschlossen waren, so trat eine bedeutende Verstärkung des Tones auf. Hieraus darf man schliessen, dass an jener Stelle ohne die Nähnadeln eine metallische Berührung zweier Windungen nicht stattgefunden hat. Diese Prüfung wurde über die ganze Länge des Solenoids ausgeführt, indem die Inductionsrolle stets um nahezu das Doppelte ihrer Breite verschoben wurde. Ein Isolationsfehler wurde nicht gefunden.

5. Die Inductionsrolle B.

Der Rahmen derselben war aus Holz. Der Kupferdraht, wie der des Solenoids mit weisser Seide doppelt umsponnen und durch Paraffin gezogen, bildete 3848 Windungen in 15 Abtheilungen, die beliebig combinirt werden konnten. Die Dicke des Drahtes war nicht bei allen Abtheilungen dieselbe. Alle zur Verwendung gekommenen Drahtsorten waren vorher chemisch auf Eisengehalt untersucht, bei keiner konnte eine quantitive Bestimmung ausgeführt werden. Die Breite der Spule betrug 4.01 cm. Der mittlere Radius

jeder Abtheilung wurde berechnet aus den mit Papierstreifen gemessenen Umfängen der einzelnen Lagen.

Da die Dimensionen der Spule nur in das Correctionsglied 2 a eingehen, so ist die Genauigkeit dieser Bestimmung mehr als ausreichend. Dagegen erschien es wichtig, die Zahl der Windungen b zu controliren, denn diese tritt in dem Ausdrucke für den Widerstand r (pag. 2) direct als Factor auf. Diese Zahl war bei der Wickelung durch ein Uhrwerk bestimmt und waren ausserdem die Windungen jeder Lage direct gezählt, ehe eine neue Lage darüber gewickelt war. Es konnte hier aber ein Fehler dadurch entstehen, dass zwei Windungen in Folge mangelhafter Isolation in metallische Berührung getreten waren. Es wurden deshalb die mittleren Radien der einzelnen Abtheilungen nach der Methode von BOSSCHA*) mit einander verglichen. Zu dem Zwecke wurde die Spule als Tangentenbussole eingerichtet mit einem kleinen Magnet für Spiegelablesung, der Strom von zwei DANIELL'schen Elementen in zwei auf einander folgende Abtheilungen verzweigt und in die Leitung der einen von beiden so viel Widerstand zugeschaltet bis der Magnet nicht mehr abgelenkt wurde. Es besteht dann die Beziehung:

$$\frac{w_2}{w_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2}\,\frac{n_2}{n_1}\,\frac{1 + \tfrac{1}{2}\left(\frac{\alpha_1}{\rho_1}\right)^2 - \tfrac{1}{3}\left(\frac{\beta_1}{\rho_1}\right)^2 - \tfrac{3}{4}\left(\frac{\lambda}{\rho_1}\right)^2}{1 + \tfrac{1}{2}\left(\frac{\alpha_2}{\rho_2}\right)^2 - \tfrac{1}{2}\left(\frac{\beta_2}{\rho_2}\right)^2 - \tfrac{3}{4}\left(\frac{\lambda}{\rho_2}\right)^2}$$

w der Gesammtwiderstand einer Leitung, ρ der mittlere Radius einer Abtheilung, n die Zahl ihrer Windungen, α die halbe Breite, β die halbe Höhe des rechteckigen Querschnitts der Windungen, λ die halbe Länge des Magnets.

Die äussersten Abtheilungen der Rolle, nämlich No. 15, 14 und 13 bestanden je aus einer Lage von Draht, der mit einer dicken Kautschuckhülle umgeben war, so dass bei diesen ein Isolationsfehler nicht zu fürchten war. Die Vergleichung geschah deshalb in der Reihenfolge, dass No. 15 mit 14, No. 14 mit 13, No. 13 mit 12 u. s. w. je zwei auf einander folgende Abtheilungen. Die nachfolgende Tabelle enthält in der 1. Columne die Nummer der Abtheilung, in der 2. die Zahl ihrer Windungen, in der 3. den mittleren Radius gemessen mit Papierstreifen, in der 4. das Verhältniss $\frac{\rho_k}{\rho_{k-1}}$

*) G. WIEDEMANN, Electricität Bd. III. pg. 213.

berechnet aus den Werthen der Columne 3, und in der 5. dasselbe Verhältniss, abgeleitet aus den eben beschriebenen Beobachtungen.

No.	n	ρ	ρ_k/ρ_{k-1} ber.	ρ_k/ρ_{k-1} beob.
15	12	17.104	—	—
14	12	16.800	1.0181	1.0191
13	12	16.498	1.0183	1.0180
12	205	16.230	1.0165	1.0172
11	414	15.842	1.0245	1.0249
10	561	15.147	1.0459	1.0454
9	154	14.620	1.0360	1.0353
8	258	14.334	1.0200	1.0202
7	257	13.9885	1.0247	1.0243
6	257	13.635	1.0263	1.0261
5	247	13.284	1.0264	1.0337(?)
4	249	12.930	1.0274	1.0195
3	88	12.7165	1.0168	1.0170
2	432	12.584	1.0105	1.0108
1	690	12.314	1.0219	1.0215

Die kleinen Unterschiede in den Zahlen der Columnen 4 und 5 rühren zum Theil von Beobachtungsfehlern her, zum Theil daher, dass der mittlere Radius von Drahtwindungen erfahrungsgemäss durch Umwickelung neuer Lagen geändert wird. Hier ist aber ein Mal (Columne 4) das Verhältniss ρ_k/ρ_{k-1} aus den Messungen bei der Wickelung bestimmt, das andere Mal (Columne 5) nach beendigter Wickelung, eine vollständige Uebereinstimmung war deshalb von vornherein nicht zu erwarten. Im Uebrigen zeigen die Zahlen deutlich, dass ein Isolationsfehler nicht vorhanden. Eine Ausnahme hiervon macht nur Abtheilung No. 5. Für ρ_6/ρ_5 und ρ_5/ρ_4 stimmen die berechneten Werthe nicht mit den beobachteten überein, dagegen findet man für ρ_6/ρ_4 wieder Uebereinstimmung, nämlich ber.: 1.0545, beob.: 1.0539. Der Fehler muss also in der 5. Abtheilung stecken und wurde diese deshalb bei den Versuchen nicht benutzt.

6. Der Disjunctor.

Der Disjunctor D_1 und D_2 der Fig. 1 wurde durch das phonische Rad getrieben*). Zur Bestimmung von n der Anzahl der Unterbrechungen in der Sekunde war mit der Rotationsaxe ein Zählwerk

*) F. HIMSTEDT, Zwei verschiedene Formen eines selbstthätigen Disjunctors. Wied. Ann. 22. 276. 1884.

verbunden, das direct $^1/_{60}$ Umdrehung abzulesen gestattete. Gezählt wurden bei jedem Versuche mindestens 900—1000 ganze Umdrehungen, so dass die erforderliche Genauigkeit leicht zu erreichen war. Der Apparat arbeitete sehr gleichmässig, so dass die Ablenkungen am Galvanometer durchaus constant waren. Es scheint mir dies ein wesentlicher Vorzug dieses Disjunctors gegenüber dem von Herrn ROITI benutzten zu sein und ich glaube, dass die Abweichungen, welche die einzelnen Beobachtungen des Herrn ROITI von einander gezeigt haben, gewiss zum grössten Theile, wenn nicht ganz ihre Erklärung finden in dem unregelmässigen Gange des von ihm benutzten SCHMIDT'schen Wassermotors. Eine andere Erklärung für dieselben vermag ich wenigstens nicht in der sehr sorgfältigen Untersuchung zu finden.

7. Der Widerstand r.

Der in absolutem Maasse zu bestimmende Widerstand betrug 1 S.E oder $^1/_2$ S.E oder 2 S.E und wurde gebildet aus zwei Einheiten von SIEMENS & HALSKE, die entweder einzeln oder neben oder hinter einander geschaltet zur Verwendung kamen. Dieselben hatten nicht die gewöhnliche Form der sogenannten Doseneinheiten, sondern waren mit Metallbüchsen umgeben, die mit Kaiseröl angefüllt wurden, so dass der Drahtwiderstand direct in dieser Flüssigkeit lag, mithin die Temperaturbestimmung eine durchaus sichere war. Ausserdem standen die Büchsen in einem grossen Flüssigkeitsbade und dieses in einer mit Watte ausgefüllten Kiste, in Folge hiervon blieb die Temperatur während der Dauer einer Beobachtung vollständig constant.

Da alle Reproductionen der Quecksilbereinheit übereinstimmend gezeigt haben, dass die von SIEMENS & HALSKE ausgegebenen Etalons mit genügender Annährung den angegebenen Widerstand wirklich besitzen, so habe ich mich darauf beschränkt, die beiden Einheiten sowohl unter sich als mit einer Doseneinheit vor und nach den Versuchen zu vergleichen. Die Doseneinheit war in der Zwischenzeit unbenutzt geblieben. Die Vergleichung geschah mittelst eines Differentialgalvanometers WIEDEMANN'scher Construction, dessen Rollen aus 2 mm dickem Kupferdraht einen Widerstand von $^1/_3$ S.E. hatten. In den einen Zweig wurde einer der zu vergleichenden Widerstände r_1 eingeschaltet, in den anderen ein JACOBI'scher Rheostat und eine S. E., zu welcher ein Widerstandskasten von 1—5000 parallel geschaltet war. In diesem Kasten wurde Stöpsel 1000 gezogen und

am Rheostat geändert bis am Galvanometer kein Ausschlag mehr erfolgte. Dann r_1 in dem ersten Zweige vertauscht mit r_2 (r_1 und r_2 waren die zu vergleichenden Widerstände) und am Kasten gestöpselt bis wieder das Galvanometer auf Null. Selbstverständlich blieb hierbei jetzt der Rheostat vollständig ungeändert. Die Methode ist sehr bequem. Man verfügt über sehr kleine Bruchtheile der S.E und findet die Differenz der zu vergleichenden Widerstände direct in Bruchtheilen der S.E.

Die beiden oben erwähnten S.E und die Doseneinheit tragen die Bemerkungen:

	No.	richtig bei	α	
r_1	3618	21.5° C.	0.00037)	März 1885
r_2	3619	20.9° C.	0.00036)	
d	3194	18.2° C.	0.00033	April 1884

Es müssen also bei 18.2° C. sein

$$r_1 : r_2 : d = 0.998779 : 0.999028 : 1. —$$

Es wurde gefunden am 26/4. 1885 reducirt auf 18.2° C

$$r_1 : r_2 : d = 0.998827 : 0.999097 : 1. —$$

Hierbei wurden die Temperaturen von r_1 r_2 und d abgelesen zu 14.96° C. 14.95° C. und 14.83° C. Die Widerstände hatten 24 Stunden in derselben Kiste gestanden, die beiden ersteren im Flüssigkeitsbade, d in der Luft. Nimmt man an, dass alle Widerstände dieselbe Temperatur hatten und die von d fehlerhaft bestimmt war, so wird die Uebereinstimmung mit den Angaben von SIEMENS & HALSKE noch grösser.

Die Vergleichung am 12. Juli ergab reducirt auf 18.2° C.

$$r_1 : r_2 : d = 0.998843 : 0.999062 : 1.$$

Die abgelesenen Temperaturen sind

18.80 18.80 und 18.78° C.

Die Empfindlichkeit des Galvanometers war der Art, dass bei Anwendung eines BUNSEN'schen Elementes für 1.10^{-4} S.E ein Ausschlag von 58 Scalentheilen erfolgte. Der Scalenabstand betrug 4.5 m.

Für die folgenden Bestimmungen sind die Angaben von SIEMENS & HALSKE als richtig angenommen.

7. Die Thermometer.

Die Thermometer waren in $^1/_{10}$ Grade eingetheilt. Zwei Theilstriche hatten eine Entfernung von c. 1 mm, so dass $^1/_{100}$ Grade sicher geschätzt werden konnten. Die Thermometer wurden drei Mal sehr sorgfältig mit dem Normal-Thermometer des hiesigen physikalischen Instituts verglichen.

9. Das Galvanometer.

Der Draht, doppelt mit weisser Seide umsponnen und durch Paraffin gezogen, war auf einen Rahmen von Holz in zwei Abtheilungen gewickelt. Der Rahmen war nicht durchbrochen, die Magnete deshalb an einem Bügel aus Aluminium aufgehängt ähnlich dem bei dem Meissner-Meyerstein'schen Galvanometer*). Es wurde ein System von drei Magneten benutzt, von denen einer in der Mitte der Windungen und je einer über resp. unter denselben schwingt. Dieselben waren von einander und von dem Bügel isolirt. Zwei derselben bildeten ein astatisches Paar, der dritte war bedeutend schwächer. Es wurde durch diese Anordnung eine grosse Empfindlichkeit bei sicherer Nullpunktslage erreicht und überflüssige Gewichte vermieden, die sonst zur Erzielung einer grossen Schwingungsdauer nöthig gewesen wären. Eine Dämpfung war nicht angebracht, die Ablenkungen wurden durch Beobachtung der Umkehrpunkte bestimmt. Bei etwa 4 m Scalenabstand betrugen die doppelten Ablenkungen ca. 800 mm. Die Ablenkungen bei der Messung der Inductionsströme und bei der des constanten Stromes waren stets bis auf wenige Scalentheile einander gleich, so dass es nicht nöthig war, für die Reduction auf Bogen den Scalenabstand mit der äussersten Genauigkeit zu messen. Die Theilungsfehler der Fernrohrscala waren bekannt.

10. Aufstellung der Apparate.

Das Solenoid stand vertical ½ m über dem Fussboden, 1 m entfernt von der Zimmerwand auf einem Brett mit Fussschrauben. Die Inductionsrolle war darüber geschoben und ruhte mit drei Stellschrauben auf zwei in der Wand befestigten Balken. Da der innere Durchmesser der Holzrolle nur 0.5 cm grösser war als der äussere Durchmesser des Solenoids, so war es leicht, die Axen der beiden zur Coincidenz zu bringen. Uebrigens hat ein Fehler von 2—3 mm in der Einstellung auf das schliessliche Resultat keinen messbaren Einfluss. Ebenso hat es keine Schwierigkeiten, die Mittelpunkte bis auf 0.1 cm genau zum Zusammenfall zu bringen. Eine solche Genauigkeit ist aber auch hierbei gar nicht erforderlich, denn ein Fehler von 1 cm bei dieser Einstellung giebt im Endresultate erst eine Abweichung von höchstens 0.002 %. In dem Zimmer war ausser den Thür- und Fensterbeschlägen kein Metall. Alle anderen Apparate standen in einem anstossenden Zimmer und hatten in Luftlinie min-

*) G. Wiedemann, Electricität. III. 299.

destens eine Entfernung von 13 m von dem Solenoid. Alle Verbindungsdrähte waren mit Kautschuck überzogen und leicht zusammengedreht, alle Stromwender etc. aus Paraffin und Siegellack angefertigt. Trotzdem diese letzteren, wenn nicht benutzt, sorgfältig durch übergestülpte Kasten geschützt wurden, sammelte sich auf denselben doch stets etwas Staub an. Derselbe wurde vor jedem Versuche mit einem Haarpinsel entfernt, dann aber noch alle diese Apparate mit der Flamme des BUNSEN'schen Brenners überfahren. Bei Beobachtung dieser Vorsichtsmaassregeln habe ich nie Störungen in der Isolation bemerkt. Die Schneiden des Disjunctors wurden vor jedem Versuche neu verkupfert und amalgamirt, das Quecksilber in den Rinnen sehr sorgfältig gereinigt durch Waschen und Filtriren, so dass es blanke gute Kuppen bildete.

Von grosser Wichtigkeit war, dass bei der Messung des constanten Stromes die Ableitung genau an den Enden des Widerstandes r (Fig. 1) stattfand. Die Electroden dieses bestanden aus amalgamirten Kupferstangen von 6 mm Durchmesser. An diese wurden die Zu- resp. Ableitungsdrähte, ebenfalls amalgamirt, angelegt und durch umgewickelten Kupferdraht festgeschnürt, das Ganze dann in Quecksilbernäpfe getaucht. Bei anderen Versuchen tauchten die Enden von r in die mit Quecksilber gefüllten Bohrungen von Messingklötzen, an welche die Zu- und Ableitungsdrähte angelöthet waren.

Die Methode setzt voraus, dass der Widerstand des secundären Kreises $r_1 + w_2$ bei der Messung der Inductionsströme (Schaltung I)*) gleich ist dem Widerstande $r + w_2$ bei der Messung des constanten Stromes (Schaltung II). Die Schaltung I konnte durch eine einzige Drehung eines passenden Commutators übergeführt werden in Schaltung II, indem dabei die Unterbrecher D_1 und D_2 ausgeschaltet und durch ihnen gleiche Drahtwiderstände ersetzt wurden und indem w_0 ersetzt wurde durch die Leitung des secundären Kreises nachdem aus dieser r_1 weggelassen war. Vor resp. nach jedem Versuche wurden nun die betreffenden Widerstände abgeglichen resp. ihre Gleichheit controlirt, indem zuerst die Leitung des secundären Kreises (Schaltung I) in den einen Zweig eines Differentialgalvanometers eingeschaltet wurde, dessen anderer Zweig einen Widerstandskasten und einen JACOBI'schen Rheostaten enthielt. Erfolgte kein Ausschlag mehr am Galvanometer, so wurde Schaltung I durch Umlegen des oben erwähnten Commutators in Schaltung II übergeführt

*) Vergl. pg. 2.

und der Widerstand dieser so lange geändert, bis das Galvanometer wieder auf Null stand. Die Grösse der hierbei zur Vergleichung kommenden Widerstände betrug bei den einzelnen Versuchen zwischen 300 und 500 S. E. Eine Ungleichheit von 0.01 S. E gab am Galvanometer bei Anwendung eines Daniell'schen Elementes einen Doppelausschlag von 3—6 Scalentheilen. Da der Widerstand von Schaltung I wie aus Fig. 1 ersichtlich bis auf etwa 0.3 % sich genau aus denselben Theilen zusammensetzte, wie der von Schaltung II und da die ausgewechselten Stücke durchaus gleichartig waren, nämlich zwei S. E, so trat während der Versuche nie eine messbare Störung der Gleichheit ein.

11. Die Versuche.

Im Ganzen wurden 67 Versuche ausgeführt. Bei der Anordnung derselben wurde Bedacht darauf genommen, alle darin vorkommenden Grössen in möglichst weiten Gränzen zu variiren. Am wenigsten war dies möglich bei dem Solenoid. Dieses wurde bei allen Versuchen benutzt und hier konnte nur die Abänderung getroffen werden, dass die Inductionsrolle statt um die Mitte desselben, um einen Punkt gelegt wurde, der 10 cm mehr nach dem oberen oder unteren Ende des Solenoids lag.

Von der Inductionsrolle wurden einzelne Abtheilungen oder Combinationen derselben von zwei bis fünf angewendet, so dass die Zahl der benutzten Windungen 359 bis 2020 betrug.

Die Zahl der Stromunterbrechungen per Secunde betrug 5 bis nahe 13. Mehr wurden nie benutzt um sicher zu sein, dass die Inductionsströme Zeit hatten, vollständig abzulaufen. Ob resp. dass dies der Fall war, wurde vor jedem Versuche mit neuer Unterbrechungszahl in folgender Weise untersucht. Es wurde dem Disjunctor die für den Versuch bestimmte Rotationsgeschwindigkeit ertheilt und die Inductionsströme durch die Ablenkung am Galvanometer gemessen. Darauf wurden die Schneiden des Disjunctors ein wenig verstellt in dem Sinne, dass jetzt die Inductionsströme weniger Zeit zu ihrer Ausbildung hatten und wieder die Ablenkung am Galvanometer gemessen. War diese dieselbe geblieben, so war damit bewiesen, dass die Inductionsströme zu voller Ausbildung gelangt waren, war sie kleiner geworden oder zeigten sich kleine Schwankungen in den Ablesungen am Galvanometer, so wurde natürlich jene Rotationsgeschwindigkeit nicht benutzt.

Der in absolutem Maasse zu bestimmende Widerstand betrug

wie schon erwähnt $^1/_2$ S.E oder 1 S.E oder 2 S.E. Damit der Ausschlag am Galvanometer eine passende Grösse hatte, wurde entweder die Stärke des inducirenden Stromes geändert indem der Widerstand des primären Kreises vergrössert oder verkleinert wurde, oder die Stärke des inducirten Stromes in entsprechender Weise regulirt oder die Empfindlichkeit des Galvanometers geändert, indem eine oder beide Drahtwickelungen benutzt wurden oder aber der dritte Magnet des Systems schwächer oder stärker genommen wurde. Die Schwingungsdauer des Galvanometers betrug 15 bis 33 Sec.

Da mit dem Galvanometer eine Reihe schnell auf einander folgender Inductionsströme gemessen werden sollte, so war es denkbar, dass die Dicke der Magnete von Einfluss gewesen wäre. Es wurden desshalb zu einer Anzahl von Versuchen Magnete von 6 mm Durchmesser, zu den übrigen Versuchen solche von nicht ganz 1 mm Durchmesser benutzt. Die erhaltenen Resultate weichen nicht von einander ab.

Die Stärke des inducirenden Stromes betrug 0.0008 bis 0.01 Ampère. Die Versuche wurden ausgeführt mit Schliessungs- und mit Oeffnungs-Inductions-Strömen. Die Versuchsanordnung setzt voraus, dass die electromotorische Kraft des benutzten Elementes während der Dauer eines Versuchs stets dieselbe ist, unabhängig davon, ob das Element periodisch, wie bei der Beobachtung der Inductionsströme, oder dauernd, wie bei der Messung des constanten Stromes, in Anspruch genommen wird. Es liegt desshalb der Einwand sehr nahe, dass die Polarisation in der Kette zu Fehlern Veranlassung geben kann. Um diesem Einwande zu begegnen wurden benutzt:

1) Ein bis vier DANIELL'sche Elemente, die direct den Strom in das Solenoid schickten.

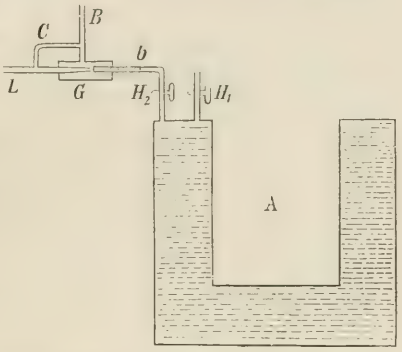
2) Vier bis sechs BUNSEN'sche Elemente, die durch einen Drahtwiderstand geschlossen waren. Von zwei passend gewählten Punkten dieses Widerstandes wurde der für diese Versuche nöthige Strom abgezweigt. Hierbei sind also die Elemente stets geschlossen, durch den Unterbrecher D_1 wird nur der Widerstand des Stromkreises geändert.

3) Eine Thermosäule.

Alle Stromquellen lieferten übereinstimmende Resultate.

Die Thermosäule bestand aus 130 Eisen- und Neusilberdrähten, die so auf ein $^1/_2$ m langes Brett gewickelt waren, dass die Löthstellen an den beiden entgegengesetzten Enden desselben lagen. Die eine Reihe der Löthstellen befand sich in einem Glasgefässe mit

Kaiseröl, das in einem grossen Wasserbade stand, durch welches beständig das Wasser der Wasserleitung floss. Durch Einpacken in Eis habe ich eine constante Temperatur für längere Zeit nicht erzielen können. Es dauerte dabei gewöhnlich 20 Min. bis die Löthstellen ihre tiefste Temperatur angenommen hatten, diese hielt sich 15—20 Min. constant, begann aber dann wieder langsam zu steigen. Die zweite Reihe der Löthstellen befand sich in einem Luftbade von etwa 260° C. Dasselbe besteht nach D'ARSONVAL aus einem doppelwandigen Gefässe von Kupferblech, das bei Zimmertemperatur etwa 7 Ltr. Oel fasst. Die Figur stellt einen Schnitt dar. Beim Anheizen ist der Hahn H_2 geschlossen, während H_1 dem sich ausdehnenden Oele freien Austritt gestattet. Ist die gewünschte Temperatur erreicht, so wird H_1 geschlossen und H_2 geöffnet. Das Ende von H_2 ist mit einem sehr feinen Gummihäutchen verschlossen, bis b mit Quecksilber gefüllt und mittelst Stopfen luftdicht in das Glasrohr G eingesetzt. In dieses mündet, ebenfalls luftdicht eingesetzt, das Gaszuleitungsrohr L. Das Rohr B führt zum Brenner, C verhütet das vollständige Auslöschen der Flamme. Die Löthstellen der Thermosäule befinden sich etwa in der Mitte von A. Das ganze Kupfergefäss steht auf einem passenden Dreifuss im Innern einer grossen Holzkiste und ist aller freie Raum in derselben mit Holzasche ausgefüllt. Die Einrichtung bewährte sich ausgezeichnet, die Thermosäule war sehr constant.



Nachdem eine Anzahl von Versuchen (43) ausgeführt war, wurden alle Zuleitungsdrähte durch neue ersetzt, alle Stromwender sowie der Disjunctor neu aus Paraffin und Siegellack angefertigt. Die Resultate der nachfolgenden Versuche stimmten mit den früheren durchaus überein.

Die Dauer eines Versuches betrug je nach der benutzten Schwingungsdauer des Galvanometers 30 bis 70 Minuten.

Zuerst wurden mittelst des Differentialgalvanometers die Widerstände von Schaltung I und Schaltung II abgeglichen, die Temperatur des Widerstandes r abgelesen, der Disjunctor in Thätigkeit gesetzt und bei einem bestimmten Schlage des Chronometers das Zählwerk an demselben eingeschaltet. Nun wurde α_1 beobachtet, indem

zuerst bei einer bestimmten Stromesrichtung 5 Umkehrpuncte der Galvanometernadel abgelesen wurden, dann wurde der inducirende Strom commutirt und abgelesen, hierauf der inducirte, wieder der inducirende und zum Schluss nochmals der inducirte. Nachdem mittelst des Hauptcommutators Schaltung I übergeführt in II, wurde ebenso α_2 bestimmt, und diese Beobachtungen abwechselnd jede mindestens 3 resp. 2 Mal wiederholt. Jetzt wurde bei einem bestimmten Secundenschlage das Zählwerk des Disjunctors ausgeschaltet und dieser angehalten, die Gleichheit der Widerstände von Schaltung I und II controlirt und wieder die Temperatur des Widerstandes r abgelesen.

Im Nachfolgenden theile ich die Beobachtungen des 1. Versuches ausführlich mit.

Den 27. 4. 1885 Temperatur beim Solenoid T = 14.4°C.

r = 1 S.E. No. 3619 t = 14.18°C. u. 14.19°C.

Stärke des inducirenden Stromes i = 0.0008 Ampère.

Von der Inductionsspule B benutzt die Abtheilungen No. 1. 12 und 13 mit im Ganzen 907 Windungen. Mithin das Potential $V = 101691.10^3$ c. g. s.

Schwingungsdauer der Galvanometernadel: 15.7 Sec. Die am Galvanometer beobachteten Doppelausschläge $2s_1$ bei Schaltung I (Inductionsströme) und $2s_2$ bei Schaltung II (constanter Strom) waren:

$2s_1$ =	814.06	813.35	813.30	813.23	812.75
$2s_2$ =	808.83	808.40	808.32	807.80	

Scalenabstand 365,52 cm.

Hieraus berechnet tg α_2/tg α_1

0.99404 0.99421 0.99398 0.99396 0.99396 0.99368 0.99366

Mittel: 0.99393.

Uhr	Zählwerk	am Disjunctor
9h 47m.	0	0
10h 37m.	2328	47

Da der zweite Zeiger des Zählwerks die 1/60 Umdrehungen anzeigt, so haben wir 2328.78 Umdrehungen in 3000 Sec. Jede Umdrehung giebt 12 Unterbrechungen, mithin

$$n = \frac{2328.78}{3000} . 12 = 9.3151$$

Mit Berücksichtigung des Temperaturcoefficienten der benutzten S.E. ergiebt sich

1 S.E. = 0.94379 Ohm.

Bei den für tg α_2/tg α_1 mitgetheilten Zahlen beträgt die grösste Abweichung vom Mittel nahezu 0.0003 des Gesammtwerthes. Ich muss bemerken, dass ausser diesem 1. Versuche nur noch zwei andere Beobachtungen (No. 10b und 17a der folgenden Tabelle) also im Ganzen 3 unter 66 eine ähnliche Differenz ergeben haben, bei allen anderen ist die Uebereinstimmung eine noch wesentlich bessere. Als Beispiel theile ich noch die Werthe des 2. Versuches 1b mit

$2s_1$ =		778.23		778.11	778.25	778.17
$2s_2$ =	798.60		798.28	798.42	798.28	
			tg α_2/tg α_1			
	1.02583	1.02569	1.02586	1.02586	1.02568	1.02564

Mittel: 1.02576

Die grösste Abweichung vom Mittel beträgt nur 0.0001.

Die folgende Tabelle enthält in der 1. Verticalreihe die Nummern der Versuche, in der 2. die Bezeichnung der bei dem betr. Versuche benutzten Abtheilungen der Inductionsrolle, in der 3. die Zahl der darin enthaltenen Windungen. V giebt das Potential des Solenoids auf die in Frage kommenden Windungen der Inductionsspule, T die Zimmertemperatur in der Nähe des Solenoids. In der Columne E bedeutet D DANIELL'sches, B BUNSEN'sches, Θ Thermo-Element. Die Stromstärke im inducirenden Kreise i, ausgedrückt in Ampère, ist angenähert berechnet aus der electromotorischen Kraft der benutzten Elemente und dem Widerstande des Kreises. Unter r findet sich der Widerstand, welcher in absolutem Maasse gemessen werden sollte. Wenn nur 1. S. E. benutzt wurde, war dies stets No. 3619. richtig bei 20.9° C. $\alpha = 0.00036$. Die Temperatur dieses Widerstandes, zu Anfang und zu Ende des Versuches abgelesen, findet sich unter t. Weiter bedeutet n die Anzahl der Unterbrechungen in der Secunde, τ die Schwingungsdauer des Galvanometers in Secunden, und tg α_2/tg α_1 das Verhältniss der reducirten Galvanometerablenkungen bei Schaltung I und II (cfr. pg. 2). Endlich enthält die letzte Nummer den Werth der S. E. in absolutem Maasse ausgedrückt d. h. in Bruchtheilen des Ohm.

Zu der nachstehenden Tabelle muss ich noch die folgenden Bemerkungen machen.

Bei den Versuchen No. 1a bis 13b bestand das Magnetsystem des Galvanometers aus Magneten von 6 mm Durchmesser, bei allen übrigen Versuchen betrug der Durchmesser der Magnete noch nicht ganz 1 mm (cfr. pg. 20).

Die Resultate.

No.	A	b	V. 10^{-3}	T	E	i	r	t	n	τ	$tg\alpha_2/tg\alpha_1$	S.E/Ohm
1[a]	1.12.13	907	101691	14.4	1D	0.0008	1	(14.18 (14.19	9.3151	15.7	0.99393	0.94379
1[b]	„	„	„	14.6	„	„	„	14.39	9.0241	„	1.02576	0.94352
2[a]	„	„	„	14.2	„	0.002	„	(14.70 (14.68	9.1532	„	1.01134	0.94346
2[b]	„	„	„	14.3	„	„	„	(13.33 (13.34	9.1623	„	1.00987	0.94348
3[a]	„	„	„	13.9	2D	0.006	„	(13.62 (13.64	9.1601	„	1.01004	0.94331
3[b]	„	„	„	14.1	„	„	„	13.88	9.1597	„	1.01008	0.94323
4[a]	„	„	„	14.8	„	0.01	„	14.15	9.1589	„	1.01061	0.94355
4[b]	„	„	„	14.5	„	„	„	14.22	9.1621	„	1.01048	0.94373
5[a]	1.2	1122	126109	14.7	1D	0.001	„	14.62	7.4797	„	0.99783	0.94334
5[b]	„	„	„	14.1	„	„	„	(15.05 (15.03	7.4822	„	0.99779	0.94347
6[a]	4.6.7.8	1021	114347	15.1	„	„	„	(15.70 (15.71	8.1584	„	1.00934	0.94336
6[b]	„	„	„	15.3	„	„	„	15.93	8.1536	„	1.01026	0.94359

No.	A	b	V. 10^{-3}	T	E	i	r	t	n	τ	$tg\alpha_2/tg\alpha_1$	S.E/Ohm
7ª	10.11	975	108638	15.2	1 D	0.001	1	(15.41 (15.40	8.6509	15.7	1.00211	0.94366
7ᵇ	„	„	„	14.9	„	„	„	13.75	8.6532	„	1.00120	0.94361
8ª	(3.11.12 (13.14	731	81402.1	14.8	„	„	„	(13.13 (13.14	11.4232	„	1.01204	0.94369
8ᵇ	„	„	„	14.1	„	„	„	13.66	11.4473	„	1.01012	0.94372
9ª	.1	690	77574.7	13.8	„	„	„	15.23	12.2060	„	0.99434	0.94344
9ᵇ	„	„	„	14.1	„	„	„	(14.77 (14.75	12.1444	„	0.99932	0.94354
10ª	2.4	681	76483.9	14.5	„	„	„	14.9	12.4720	„	0.98696	0.94350
10ᵇ	„	„	„	14.8	„	„	„	(15.55 (15.56	12.5336	„	0.98262	0.94377
11ª	1.2	1122	126109	14.4	„	0.003	„	(16.43 (16.44	7.4989	23	0.99636	0.94375
11ᵇ	„	„	„	14.6	„	„	„	16.77	7.5022	„	0.99608	0.94379
12ª	1.2.3.9	1364	153195	14.7	„	0.0008	„	16.93	6.1193	„	1.00506	0.94354
12ᵇ	„	„	„	15.—	„	„	„	(16.88 (16.90	6.0702	„	1.01328	0.94363

No.	A	b	V. 10^{-3}	T	E	i	r	t	n	τ	$tg\alpha_2$ $tg\alpha_1$	S.E. Ohm
13[a]	1.2.3.9	1364	153195	15.1	1 D	0.0008	1	16.73	6.0735	33.4	1.01274	0.94370
13[b]	„	„	„	15.3	„	„	„	16.10	6.0760	„	1.01176	0.94339
14[a]	„	„	„	15.—	„	0.001	2	17.40	12.3922	15.5	0.99273	0.94362
14[b]	„	„	„	14.8	„	„	„	(17.80 (17.81	12.4400	„	0.98904	0.94360
15[a]	(1.2.3 (4.9	1613	181144	15.—	„	0.0008	„	17.31	10.4441	„	0.99615	0.94364
15[b]	„	„	„	15.3	„	„	„	(17.45 (17.46	10.4165	„	0.99933	0.94356
16[a]	(1.2.3 (4.10	2020	226509	15.2	„	„	„	17.71	8.3797	„	0.99320	0.94378
16[b]	„	„	„	15.—	„	„	„	(17.80 (17.81	8.3831	„	0.99278	0.94374
17[a]	10	561	62567.1	15.5	„	0.004	0.5	18.39	7.6165	„	0.98923	0.94379
17[b]	„	„	„	15.3	„	„	„	18.60	7.6004	„	0.99097	0.94338
18[a]	2	432	48534.7	15.1	„	„	„	18.42	9.6232	„	1.00919	0.94366
18[b]	„	„	„	15.1	„	„	„	(17.82 (17.84	9.6603	„	1.00519	0.94375
[19	9.12	359	39987.1	15.2	„	„	„	(18.84 (18.85	11.9084	„	0.99136	90.4495]

No.	A	b	V. 10^{-3}	T	E	i	r	t	n	τ	$tg\alpha_2/tg\alpha_1$	S.E Ohm
19a	9.12	359	39987.1	15.7	1 D	0.004	0.5	18.78	11.9320	15.5	0.98804	0.94367
19b	„	„	„	15.1	„	„	„	17.69	11.9277	„	0.98814	0.94380
20a	10	561	62567.1	15.—	„	„	„	(17.42 (17.45	7.5049	„	1.00334	0.94356
20b	„	„	„	14.7	„	„	„	16.65	7.5032	„	1.00353	0.94379
21a	1.12.13	907	101691	14.9	„	0.001	1	17.31	9.1689	„	1.01082	0.94370
21b	„	„	„	15.3	„	„	„	18.72	9.2023	„	1.00761	0.94365
22a	„	„	„	15.6	„	„	„	(19.01 (19.02	9.2100	„	1.00676	0.94355
22b	„	„	„	15.8	„	„	„	19.63	9.1881	„	1.00946	0.94362
23a	2.4	681	76483.9	15.7	„	0.009	„	19.41	12.2741	„	1.00475	0.94374
23b	„	„	„	15.6	„	„	„	19.03	12.2409	„	1.00739	0.94378
24a	6.7.8	772	86397.9	15.2	„	0.002	„	19.90	10.9787	„	0.99425	0.94342
24b	„	„	„	15.5	„	„	„	(20.01 (20.02	10.9030	„	1.00117	0.94340
25a	„	„	86291.9 *)	15.—	„	„	„	19.56	11.0179	„	0.99162	0.94324
25b	„	„	„	15.3	„	„	„	18.74	10.9991	„	0.99307	0.94329
26a	„	„	86288.7 *)	15.1	„	„	„	18.92	11.0114	„	0.99224	0.94346

*) Siehe pag. 29.

No.	A	b	V. 10^{-3}	T	E	i	r	r	n	τ	$tg\alpha_r/tg\alpha_i$	S.E/Ohm
26[b]	6.7.8	772	86288.7 *)	15.3	1 D	0.002	1	(18.87 (18.88	10.9598	15.5	0.99709	0.94364
27[a]	1.12.13	907	101574 *)	15.8	„	„	„	20.23	9.3124	„	0.99725	0.94353
27[b]	„	„	„	15.8	„	„	„	20.41	9.3280	„	0.99577	0.94365
28[a]	„	„	101691	15.7	5 B	0.0009	„	20.72	9.1845	„	1.01005	0.94342
28[b]	„	„	„	15.3	„	„	„	20.59	9.1973	„	1.00865	0.94348
29[a]	6.7.8	772	86397.9	15.4	6 B	0.0012	„	(20.90 (20.89	10.8549	„	1.00579	0.94327
29[b]	„	„	„	15.8	„	„	„	21.34	10.8812	„	1.00357	0.94332
30[a]	„	„	„	15.9	Θ	?	„	22.24	11.0451	„	0.98899	0.94331
30[b]	„	„	„	15.5	„	?	„	23.44 23.45	10.9956	„	0.99411	0.94353
31[a]	1.2	1122	126109	15.6	„	?	„	21.33	7.4666	„	1.00224	0.94357
31[b]	„	„	„	15.4	„	?	„	18.84	7.4738	„	1.00015	0.94335
32[a]	„	„	„	15.2	1 D	0.001	„	18.78	7.4825	„	0.99909	0.94347
32[b]	„	„	„	15.5	„	„	„	19.01	7.4893	„	0.99834	0.94354
33[a]	10.12	766	85351.2	15.8	„	„	„	19.90	11.0062	„	1.00414	0.94362
33[b]	„	„	„	15.4	„	„	„	19.23	10.9867	„	1.00572	0.94366

*) Siehe folgende Seite.

Nach Beendigung des Versuches No. 21b wurden alle Verbindungsdrähte durch neue ersetzt und alle Stromwender sowie der Disjunctor aus reinem Paraffin und Siegellack neu hergestellt.

Bei den Versuchen 25a und 25b war der Mittelpunkt des Solenoids in Richtung der Axe um 10.05 cm nach der einen Seite, bei den Versuchen No. 26a bis 27b um 10.20 cm nach der anderen Seite entfernt. Das Potential ist nach Formel IXa pg. 5 berechnet.

Bei den Versuchen No. 28a und 28b waren 5 BUNSEN'sche Elemente geschlossen durch einen Draht von 5260 S.E. Von zwei Punkten, zwischen denen der Widerstand nahezu 500 S.E. betrug, wurde abgezweigt zum Solenoid. Bei 29a und 29b waren entsprechend 6 Bunsen geschlossen durch 3000 S.E und abgezweigt von den Enden von 400 S.E.

Bei den Beobachtungen mit der Thermosäule habe ich versäumt, die electromotorische Kraft der Säule mit der eines DANIELL zu vergleichen und kann die Stromintensität deshalb nicht berechnen.

In der letzten Columne weicht ein Werth, der von No. 19 in Klammer nicht unbedeutend von allen übrigen ab. Ich vermag den Grund hierfür nicht anzugeben. No. 19a ist unter genau denselben Verhältnissen ausgeführt wie No. 19, es ist zwischen den beiden Versuchen nur das Quecksilber des Disjunctors neu eingefüllt, wie dies stets vor einem neuen Versuche geschehen ist, im Uebrigen alles ungeändert geblieben

Da der Werth von No. 19 durchaus vereinzelt dasteht, so glaube ich, dass irgend ein Versehen in den Ablesungen vorliegt und ich habe den Versuch deshalb bei der Berechnung des Mittels ausgeschlossen. Würde er mit berücksichtigt, so wäre im Endresultat die 5. Decimale um 2 Einheiten zu erhöhen.

Das Mittel aus den 66 übrigen Versuchen ergiebt:

1 S.E = 0.94356 Ohm

oder ein Ohm entspricht dem Widerstande einer Quecksilbersäule von 1 qmm Querschnitt und

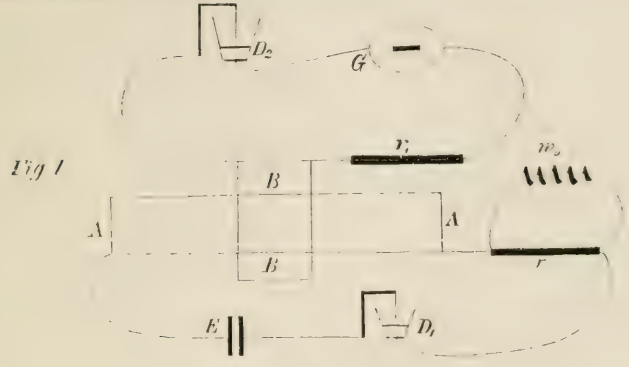
105.98 mm

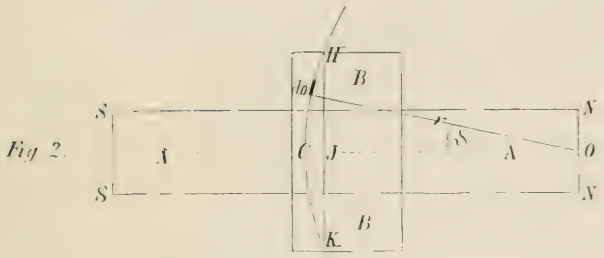
Länge bei 0° C.

Von den erhaltenen Werthen war

der kleinste 1 S.E. = 0.94323 Ohm.
der gröste 1 S.E. = 0.94380 Ohm.

Physik. Inst. Freiburg i/B.





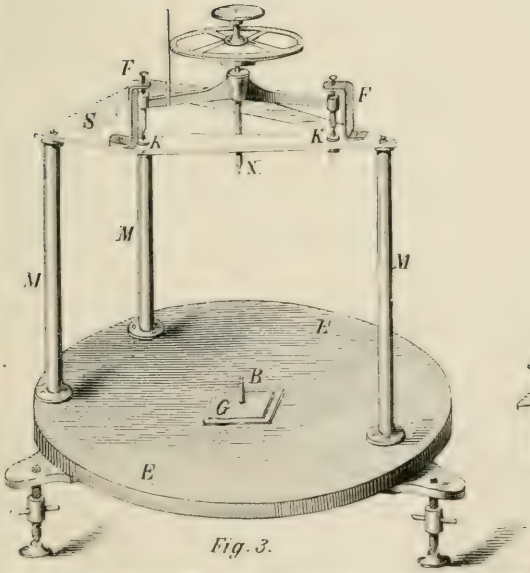


Fig. 3.

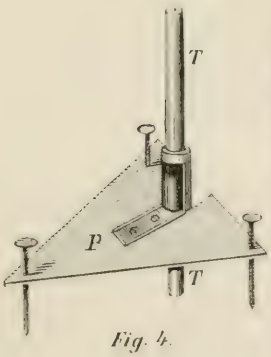


Fig. 4.

Beiträge zur Kenntniss
der
Physiologie und Biologie
der
Protozoën

von
Dr. August Gruber.

Einleitung.

Ich beabsichtige in Nachstehendem eine Reihe von Versuchen und Beobachtungen zu publiciren, welche einen Beitrag zur Kenntniss der Physiologie der Protozoen liefern sollen. Die Arbeit ist kein abgerundetes Ganze und vor allen Dingen keine erschöpfende Untersuchung, sie soll nur dazu beitragen Materialien für einen Bau zu liefern, der wohl noch viele Jahre auf seine Vollendung warten muss. Einen Theil der darin niedergelegten Thatsachen habe ich schon in vorläufigen Mittheilungen zur Publikation gebracht *) und wiederhole dieselben hier in etwas erweiterter Form, begleitet von erläuternden Abbildungen, andere Versuche dagegen sind bisher noch nicht veröffentlicht und vielleicht überhaupt noch nie angestellt worden. Mögen sich die einen wie die andern in wissenschaftlichen Kreisen einiges Interesse erwerben.

Ueber künstliche Theilbarkeit und Regeneration bei den Protozoen.

Schon in früheren Jahren sind bei niedersten Organismen Versuche über künstliche Theilbarkeit angestellt worden, z. B. im vorigen Jahrhundert an dem grossen Sonnenthierchen *Actinosphärium Eichhornii* durch den Entdecker desselben, Eichhorn selbst:

*) Gruber, Ueber künstliche Theilung bei Infusorien I. und II. Biolog. Centralbl. IV. Bd. Nr. 23, pg. 717—722 und V. Bd. Nr. 5, pg. 137—141.

später, nämlich im Jahre 1862, an demselben Objekte durch Häckel; Greeff hat die von ihm beschriebene *Pelomyxa palustris* im Jahr 1867 künstlich getheilt*) und Häckel wiederum machte dieselben Versuche mit seinem *Myxastrum radians***). Sie alle waren im Stande durch die künstliche Zerlegung dieser Protozoen lebensfähige Theilstücke zu erzielen. Ebenso sind von Botanikern bei Pflanzenzellen und zwar, worauf wir später noch zurückkommen werden, bei vielkernigen Zellen Stücke abgetrennt und dadurch kleine, lebensfähige Individuen erzeugt worden.

Bei ciliaten Infusorien, also bei complicirt gebauten Einzelligen wurden diese Versuche zum ersten Male in allerneuester Zeit angestellt und zwar gleichzeitig von M. Nussbaum und von mir. Nussbaum, dessen Beobachtungen vor den meinigen publicirt worden sind***), operirte mit *Oxytricha* und wies nach, dass wenn ein solches Infusor durch einen scharfen Schnitt der Länge oder der Quere nach in zwei Theile zerlegt wurde, letztere schon nach kurzer Zeit, meist am folgenden Tage, sich wieder zu vollkommenen Thieren zu regeneriren im Stande sind, indem jede Hälfte die fehlende andere, indem das Vorderende das verlorene Hinterende wieder ersetzt und umgekehrt; auch kleinere Stücke waren im Stande, sich wieder zu vervollkommnen.

Ich selbst habe mich bei meinen Versuchen eines anderen Objektes bedient, nämlich des grossen *Stentor cöruleus*, der zwar nicht so resistenzfähig ist, wie Oxytricha und sich auch nicht leicht so lange isolirt am Leben erhalten lässt, andererseits aber durch seinen bedeutenderen Umfang und die überaus charakteristische Art seiner Bewimperung den Gang der Regeneration leichter und deutlicher übersehen lässt†).

Was zunächst kleinere Verletzungen betrifft, so heilen dieselben sehr rasch, indem sich die Rindenschicht sofort über der Wunde wieder zusammenschliesst, bei weitergehenden Verstümmelungen dagegen nehmen die Stentoren oft eine verkrüppelte Gestalt an, die entweder gar nicht, oder, wie ich das mehrmals beobachtete, erst ganz allmälig sich wieder verliert. So brauchte ein Stentor, der

*) Ueber Actin. Eichhornii etc. Arch. für mikr. Anat. Bd. III.

**) Monogr. der Moneren. Jen. Zeitschr. für Naturwiss. Bd. IV. 1868.

***) Sitzungsber. der niederrh. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde zu Bonn. Sitzg. der med. Sect. 15. Dez. 1884.

†) Wie gesagt, habe ich das Folgende zum grössten Theil schon in kürzeren Mittheilungen bekannt gegeben (s. o. Einleitung).

durch einen Schnitt auf einer Seite krüppelhaft ausgewachsen war und ganz in der Nähe des Peristoms sich zu einem abnormen Hinterende ausgezogen hatte, acht Tage, bis er wieder ganz normal geworden war.

Stentor cöruleus eignet sich nun wegen der breiten, blauen Körperstreifen der Rinde besonders gut dazu, um zu beobachten, in welcher Weise äusserliche Verletzungen des Thieres wieder verheilen. Führt man nämlich mit dem Skalpell einen kurzen, scharfen Schnitt in die Rinde aus, ohne dass der Körper zertheilt wird, so zuckt das Thier natürlich zusammen und die Wunde schliesst sich gleich wieder, dabei sind aber an der betreffenden Stelle die Körperstreifen und die Muskelfasern noch durch den Schnitt getrennt und können erst allmälig wieder zusammenwachsen. Nach einigen Stunden ist dies auch geschehen, aber meist in der Weise, dass eine Verrückung stattgefunden hat, dass die entsprechenden Enden sich nicht aufgefunden haben und nun Gabelungen und Knickungen in den Streifen entstanden sind, welche die Schnittstelle immer verrathen. Die Beweglichkeit des Infusoriums wird aber dadurch in keiner Weise alterirt, zumal ja auch am normalen Thiere nach dem Vorderende zu sehr häufig Gabelungen der Körperstreifen und der Muskelfasern vorkommen. Die Art und Weise, wie die Enden der durchschnittenen Muskelfasern einander aufzusuchen streben und schliesslich wieder miteinander verwachsen, entspricht wohl im Kleinen den Vorgängen, die wir uns bei den Wundheilungsprocessen der Muskeln höherer Thiere zu denken haben.

Was nun die völlige Zerlegung der Stentoren in zwei oder mehrere Theile betrifft, so habe ich schon bemerkt, dass dieselbe meist zur Entstehung eben so vieler vollkommenen Infusorien führt, als Theilstücke gemacht wurden, wenn auch mit einer Einschränkung, wie weiter unten noch gezeigt werden soll. Das Durchschneiden selbst gelingt bei einiger Uebung leicht, wenn man sich eines halbwegs scharfen, kleinen Scalpells bedient; schwierig ist nur manchmal die richtige Wassermenge herauszufinden, denn ist der Tropfen auf dem Objektträger zu gross, so schwimmt das Infusorium unter dem Messer weg, ist er dagegen zu klein, so plattet sich der Stentor zu stark ab und zerfliesst rasch, nachdem der Schnitt geführt worden ist. Ich erwähne hier gleich, dass man das Zerfliessen noch aufhalten kann, wenn man rasch Wasser zufügt, und dass Stentoren, welche schon bedeutenden Substanzverlust erlitten haben, sich wieder erholen und vollkommen regeneriren können.

Ist der Schnitt scharf geführt und die Wassermenge richtig abgemessen worden, so schliessen sich die beiden Wundflächen sofort wieder und die beiden Theilhälften schwimmen munter umher; man kann sie mit der Pipette herausfangen und isoliren, was am Besten in kleinen Uhrschälchen geschieht, und wird dann nach Verlauf von 12—24 Stunden an jedem der Stücke die verloren gegangenen Theile wieder vollkommen ersetzt finden. Wendet man eine Lupe oder schwache Mikroskop-Vergrösserung an, so lassen sich die Schnitte auch in jeder vorher bestimmten Richtung führen und es stellt sich heraus, dass die Regeneration am raschesten und vollkommensten eintritt, wenn der Schnitt quer gegangen ist, Fig. 1, während bei Spaltungen in der Längslinie die beiden Hälften, die natürlich lang und schmal sind, sich gewöhnlich zusammenrollen und die regenerirten Theilstücke Anfangs oft krüppelhaft erscheinen, was sich aber wie schon bemerkt, meistens wieder verliert. Man kann also auch bei Stentor, wie bei Oxytricha sagen, dass das Vorderende das verlorene Hinterende, die rechte Seite die verlorene linke wieder ersetzt und umgekehrt. Es frägt sich nun, in welcher Weise diese Regeneration vor sich geht und zur Beantwortung gerade dieser Frage eignet sich der Stentor wohl am Besten von allen Infusorien. Betrachten wir zunächst ein durch einen Querschnitt abgetrenntes Vorderende eines Stentors, so ist dasselbe Anfangs an der Schnittfläche breit abgestutzt (Fig. 1), allmälig aber zieht sich der Körper nach hinten in die Länge, die Körperstreifen verjüngen sich und es entwickelt sich auf diese Weise wieder das bekannte dünn zulaufende Hinterende, an welchem das Körperparenchym als Haftapparat hervortritt. Es hat bei dieser Art der Regeneration fast den Anschein, als träte keine Neubildung von Theilen ein, sondern als fände vielmehr nur eine Umlagerung der noch vorhandenen statt. Viel complicirter ist natürlich der Vorgang der Regeneration an solchen Stücken, von welchen das Vorderende quer weggeschnitten worden ist. Auch da haben wir zunächst eine gerade Linie oder Fläche an der Schnittstelle; mit der Zeit aber rundet sich der Körper des Theilstücks am Vorderende ab, bis er wieder eine kolbenförmige Gestalt erreicht hat; noch fehlen ihm aber jegliche grossen Wimpern, da ja das ganze Peristomfeld mit dem Mund und der Wimperspirale abgetragen worden ist. Die Neuanlage dieser verloren gegangenen Organula geht nun merkwürdiger Weise ganz in derselben Art vor sich, wie bei der spontanen Theilung. Bekanntlich beginnt letzterer

Process damit, dass sich in der Mittellinie des sich vermehrenden Stentors vertikal verlaufend ein Streifen von grossen Peristomwimpern, Membranellen, anlegt: dann beginnt die Einschnürung am Körper bemerklich zu werden, und je weiter dieselbe geht, um so mehr wächst der Wimperstreifen, der allmälig sich bogenförmig zu biegen beginnt, bis er sich schliesslich zu einem Wimperkreis zusammenlegt, der das sogenannte Peristomfeld vom übrigen Körper abschnürt; zugleich senkt sich das eine, rechte, Ende des Streifen in spiraliger Windung in die Tiefe und bildet auf diese Weise den Mund und den Schlundtrichter. Beim „dekapitirten" Stentor nun, zeigten sich ebenfalls die neuentstehenden Peristomwimpern seitlich in einer verticalen Linie angeordnet, Fig. 2, die sich dann auch während des Wachsthums um das Vorderende herumlegt und das Peristomfeld sammt dem Munde entstehen lässt. Wir stehen somit vor der interessanten Thatsache, dass die Regeneration der Organula bei den Infusorien denselben Weg einschlägt, wie die Neubildung derselben bei der spontanen Vermehrung. Der uns unbekannte Impuls, welcher die Thiere zur Theilung veranlasst und der Reiz, welcher durch die gewaltsame Entfernung eines Körpertheils hervorgerufen wird, sind in ihrer Wirkung identisch. Bei der Regeneration verloren gegangener Gewebstheile und Organe höherer Thiere haben wir im wesentlichen dieselbe Erscheinung, nur mit dem Unterschied, dass hier die Zellen leisten, was bei den Infusorien die Elementartheilchen, Micellen, oder wie wir sie nennen wollen. Schreiben wir die Regeneration bei den Metazoen der Leistung embryonal gebauter Zellen zu, so dürfen wir hier primitiv angelegten Micellen die Rolle der Neubildner zuerkennen, welche, wie wir später sehen werden, unter dem richtenden Einfluss des Kerns stehen.

Ich glaube, um dies noch einmal hervorzuheben, am Stentor zeigen zu können, dass der Gang der Regeneration ein gesetzmässiger und dem bekannten Process der Neubildung bei spontaner Theilung homologer ist. Man könnte sich nun vorstellen, dass in jedem Infusorium zu einer gewissen Zeit das Material zu den Organen eines neuen Thiers sich innerlich anlegt und aufspeichert und im gegebenen Moment sich zu gruppiren beginnt; bei der künstlichen Theilung eines in diesem Stadium befindlichen, also der spontanen Vermehrung nahen Infusionsthieres, würde uns ein Process als Regeneration erscheinen, der so wie so in diesem Zeitpunkte als der spontanen Vermehrung vorausgehende Neubildung eingetreten wäre. Dem ist

aber nicht so; denn erstens ist es sehr unwahrscheinlich, dass alle die zu den Versuchen verwandten Stentoren gerade in diesem Entwickelungsstadium gestanden haben und zweitens habe ich auch öfters solche geschnitten, welche soeben aus der spontanen Theilung hervorgegangen oder noch in derselben begriffen waren, und dieselben haben sich ebenfalls regenerirt, was bei der oben aufgestellten Hypothese nicht möglich gewesen, da ja das Reservematerial bei ihnen soeben aufgebraucht worden wäre. Die Regeneration kann also nur in einer auf äusseren Reiz rasch erfolgenden Umprägung vorhandener Elementartheile zu suchen sein.

Was nun den Grad der Regenerationsfähigkeit betrifft, so ist derselbe bei Stentor ein sehr hoher und es scheint keine bestimmte Partie des Körpers besonders dazu disponirt, sondern es reagiren alle Körpertheile in derselben Weise. Dies erhellt aus den folgenden Versuchen:

Schneidet man von einem Stentor das Ende weit hinter der Körpermitte ab, so hat dasselbe dieselbe Regenerationsfähigkeit, wie ein solches, dessen Schnittfläche nahe dem Vorderende gelegen hat: oder weiter theilt man einen Stentor zunächst durch einen Längsschnitt in eine linke und rechte Hälfte und diese beiden Stücke wieder je in ein vorderes und ein hinteres, oder, was noch besser gelingt, man führt zuerst einen Quer- und dann die Längsschnitte aus, Fig. 3, so sind alle vier Abschnitte, obgleich sie von ganz verschiedenen Körperstellen herrühren, gleichmässig begabt, sich wieder zu vollkommenen Thieren auszubilden. Ein Unterschied in der Art der Regeneration solcher verschiedener Stücke existirt übrigens doch und zwar desshalb, weil bei denjenigen Quadranten, wenn ich diesen Ausdruck gebrauchen darf, welche ein Stück des peristomalen Wimperkranzes mitbekommen haben, das Fehlende sich durch einfaches Auswachsen wieder ersetzen kann, während bei den Theilen, die gar keine Peristomwimpern mehr zeigen, sich dieselben in der oben beschriebenen Weise neu anlegen müssen. Es gelingt auch ohne grössere Schwierigkeiten einen Stentor derart in drei Stücke zu zerlegen, dass man das Vorder- und das Hinterende, sowie einen mittleren Abschnitt isolirt erhält, Fig. 4: auch dieser ist im Stande sich in derselben Zeit, wie andere Theilstücke, vollkommen zu regeneriren, obgleich er sowohl das vordere, wie das hintere Ende neubilden muss.

Wenn schon diese Versuche die hohe Regenerationsfähigkeit der Stentoren deutlich beweisen, so thut dies der folgende noch

mehr: Ein Stentor cöruleus, den ich mit dem Buchstaben A bezeichnen will, wurde quer in zwei Hälften zerlegt; am folgenden Tage waren diese wieder zu zwei vollkommenen Thieren, B und B′ ausgewachsen; von B wurde nun das Vorderende abgetrennt und B′ wieder quer getheilt, wobei sich wieder nach 24 Stunden herausstellte, dass B sich wieder regenerirt hatte und die beiden Hälften von B′ zu zwei vollkommenen Infusorien C und C′ sich ausgebildet hatten. B wurde wieder getheilt, aber ohne Erfolg, da es am anderen Tage zerfallen war, während von den zwei Theilpaaren in welche ich C und C′ noch einmal zerlegt hatte, nur das eine von C abstammende zerfallen war, während die zwei Hälften von C′ sich abermals zu zwei kleinen Stentoren D und D′ regenerirt hatten und schliesslich gelang es mir auch noch aus D und D eine Generation E auf künstliche Weise zu erzielen; diese Individuen waren aber jetzt so klein geworden, dass sie ihre Lebensfähigkeit eingebüsst hatten und bald darauf zerfielen. Es war also gelungen, fünf Tage hintereinander künstliche Theilung an denselben Objekten auszuführen, wobei fünfmal Regeneration der verloren gegangenen Theile erfolgte.

Schon Nussbaum hat nachgewiesen, dass künstlich vermehrte Infusorien unter günstigen Bedingungen sich nachher auch weiter spontan zu theilen im Stande sind und dasselbe beobachtete ich bei meinen Versuchen. So hatte ich z. B. am 10. December 9 Stentoren quer getheilt und nur die hinteren Enden isolirt, am folgenden Tage hatten alle 9 neue, vollkommene Peristomfelder mit Wimperkranz und Mund entwickelt, am 13. December zeigte eines dieser regenerirten Thiere den Beginn spontaner Theilung und am 15. waren aus den 9 Stück deren 15 entstanden, welche ich bis Ende des Monats am Leben erhielt.

Ein anderer Versuch ist folgender: ein Stentor wurde am 28. April quer in zwei Hälften zerlegt, die sich beide am folgenden Tage regenerirt hatten; am 30. hatten sich die beiden künstlich erzeugten Tochterindividuen fast gleichzeitig spontan wieder getheilt. Auch bei zwei anderen künstlich abgetrennten Theilstücken, von denen das eine Anfangs krüppelhaft gewesen war, trat die natürliche Vermehrung gleichzeitig ein, ebenso bei einem dritten Experimente. Wir lernen also sicher aus dem Beobachteten die interessante Thatsache kennen, dass zwei künstlich erzeugte Theilhälften im Stande sind, sich ganz zu gleicher Zeit spontan zu vermehren, obgleich sie nach der Zerschneidung scheinbar ungleich-

werthig waren und das vordere Stück, welches den complicirtesten Theil des Körpers, das Peristomfeld mit Mund und Schlund noch besass, eigentlich nur einen Wundheilungsprocess durchzumachen hatte, während der hintere Abschnitt, alle jene Organe neu erzeugen musste. Trotzdem konnte es auf den zur Zweitheilung führenden Anstoss gerade so rasch reagiren, wie das andere. Auch dies ist ein Beweis dafür, dass das Material zu Neubildungen bei den Infusorien nicht als solches prädisponirt aufgespeichert liegt, sondern dass eben die oben als primitiv bezeichneten Elementartheile im Protoplasma jederzeit umprägbar sind. Dass der Anstoss zur Theilung, den wir, wie nachher auszuführen sein wird, im Kern suchen müssen, gleichzeitig in den beiden getrennten Stücken erfolgte, kann uns nicht wundern, wenn wir bedenken, dass die in denselben befindlichen Kernbestandtheile ja kurz vorher noch zusammenhiengen, also auch noch in ihrer Constitution und in ihrer Wirkung auf das Protoplasma übereinstimmen mussten.

Ich erwähne schliesslich noch, dass man auch Regeneration bei Theilen hervorrufen kann, die gar nicht vollständig von einander getrennt worden waren, so dass etwa Stentoren mit zwei Vorder- oder zwei Hinterenden entstehen. So hatte ich z. B. einen Stentor durch einen Längsschnitt derart gespalten, dass die eine der beiden unten noch zusammenhängenden Hälften beinahe das ganze Peristom, die andere nur einen kleinen Theil davon miterhielt, Fig. 5; die erstere vervollkommnete sich sogleich wieder, bei der zweiten Hälfte dagegen giengen einige Tage darüber hin, bis auch bei ihr wieder ein vollkommenes Peristom mit Mund sich entwickelt hatte. Fig. 6. Es waren also zwei vollkommene, nur an der Basis zusammengewachsene Stentoren entstanden, die überdies eine zusammenhängende Kette von Kerngliedern enthielten. Leider konnte ich den Zwilling nicht lange am Leben erhalten, da das Wasser, in dem ich ihn isolirt hatte, schlecht geworden war. Ebenso gelingt es durch unvollständige Längsschnitte Thiere zu erzeugen, die zwei Hinterende an einem gemeinsamen vorderen Theile aufweisen. Nicht immer bleiben übrigens derart getrennte Hälften im Zusammenhange, sondern gewöhnlich reissen sie sich unter drehenden Bewegungen von einander los.

Ich habe seither ausschliesslich von der Regenerationsfähigkeit des *Stentor cöruleus* gesprochen und es fragt sich nun, wie weit dieselbe auch bei anderen Infusorien vorhanden ist: Ich erwähnte schon

oben die Versuche von Nussbaum, die beweisen, dass *Oxytricha* sich ebenso verhält; ich selbst operirte noch mit *Stentor polymorphus* und mit *Clymacostomum virens*, bei welchen beiden sich die entfernten Theile auch schon nach 24 Stunden wieder ersetzten; ebenso gelang es mir bei *Paramäcium* das Vorderende zu entfernen, das Hinterende zu isoliren und dasselbe bis zum folgenden Tage regenerirt zu finden. Dagegen giebt es andere Infusorien, welche dem Experimente Schwierigkeiten in den Weg setzen, die manchmal unüberwindlich sind. So hat Nussbaum künstlich getheilte *Opalinen* nicht am Leben erhalten können, da keine Vernarbung der Wundflächen eintrat; ein bis zwei Stunden sei die Wimperung erhalten geblieben, dann seien aber die Theilstücke zu Grunde gegangen. Ebensowenig wollen künstliche Theilungsversuche mit *Loxodes rostrum* gelingen: gewöhnlich zerfliessen diese Infusorien unmittelbar, nachdem der Schnitt geführt worden ist, oder wenn es auch gelingt, Theilstücke zu erhalten und zu isoliren, so gehen sie doch zu Grunde, ehe eine Regeneration eingetreten ist.

Es ist merkwürdig, dass gerade Opalina und Loxodes sich so wenig regenerationsfähig zeigen, da sie doch beide vielkernig sind und wie ich Eingangs bemerkte, zuerst an vielkernigen Protozoen, Myxastrum*), Pelomyxa und Actinosphärium, künstliche Vermehrungsversuche mit Erfolg gemacht worden sind.

Auch das grosse holotriche Infusorium *Cyrtostomum leucas* habe ich zu Versuchen verwandt und dabei beobachtet, dass auch hier die Regeneration nicht so rasch verläuft, wie bei den obengenannten heterotrichen, Stentor und Clymacostomum; wenn sich auch ein Mund und Schlund neubildet, so behält der Körper doch lange Zeit eine Deformation bei. Ja auch die heterotrichen verhalten sich in diesem Punkte nicht alle gleich, denn es gelang mir z. B. nie, das *Spirostomum* künstlich zu vermehren, da es sich überhaupt in kleinen Wassermengen isolirt schlecht hält und auch ohne Beschädigung bald zu Grunde geht. Höchst wahrscheinlich beruhen diese Verschiedenheiten im Regenerationsvermögen der Infusorien nur auf der grösseren oder geringeren Fähigkeit, unter nicht ganz natürlichen Bedingungen zu

*) *Myxastrum* ist von Häckel als kernlos zu den Moneren gestellt worden, sehr wahrscheinlich sind ihm aber die Kerne nur entgangen, denn bei Anwendung unserer jetzigen Methoden lassen sie sich bei Myxastrum liguricum leicht darstellen (s. Gruber, Die Protozoen des Hafens von Genua. Nov. Acta Leop. Carol. etc. Bd. 46. 4, pg. 505.)

existiren, und die Kraft, verloren gegangene Theile wieder zu ersetzen, ist trotz der oben angeführten negativen Resultate, meiner Ansicht nach, allen Protozoen eigen.

Fragen wir uns aber, warum die Infusorien ein so hohes Regenerationsvermögen besitzen, wie wir es z. B. bei Stentor nachgewiesen haben, so ist dies nicht so leicht zu beantworten, denn im freien Leben werden sie wohl selten starke Verletzungen zu erleiden haben, jedenfalls keine solchen, wie wir sie ihnen künstlich mit dem Scalpell beibringen können. Bei vielzelligen Thieren ist dies ganz anders, da wissen wir, dass sie sehr oft Theile ihres Körpers durch gewaltsame Eingriffe einzubüssen haben, und da wundert es uns nicht, dass viele mit einem sehr ausgebildeten Regenerationsvermögen ausgerüstet sind, das eine wichtige Rolle bei der Erhaltung der Art zu spielen hat; aber wie bei den Protozoen? Ich habe schon in meiner vorläufigen Mittheilung die Ansicht ausgesprochen, dass vielleicht die Erwerbung der Regenerationsfähigkeit bei den Infusorien — und überhaupt bei den Protozoen — darauf beruhen mag, dass dieselben häufig spontan in unregelmässige Stücke zerfallen, und dass dann viele dieser Stücke im Stande sind, wieder zu normalen Thieren auszuwachsen.

Dieser spontane Zerfall ist eine Erscheinung, die im Leben der Infusorien leicht zu beobachten ist und die ich schon bei einer Reihe von Arten gesehen habe; besonders auffallend war sie mir bei einer Oxytrichacolonie und dort fand ich auch unter den Trümmern, die im Wasser umherkreisten viele, die zwar viel kleiner als normale Thiere, aber doch mehr oder weniger regulär gebaut waren, so dass man annehmen kann, es habe hier eine Regeneration stattgefunden. Einen sicheren Schluss erlaube ich mir nicht zu ziehen, weil ich damals anderes im Auge hatte und nicht scharf genug auf diesen Punkt eingegangen bin. Bei anderen Infusorien ist übrigens der Zerfall des Körpers in kleine Stücke und das nachherige Heranwachsen derselben zu normalen Thieren eine regelmässige Erscheinung und die gewöhnliche Art der Vermehrung, nämlich bei den *Opalinen*. Sonderbarer Weise sind aber gerade dies diejenigen Infusorien, welche, wie schon erwähnt, nicht künstlich vermehrt werden konnten; es scheint mir dies jedoch nicht unerklärlich, da die Opalinen bekanntlich Entozoen sind und die natürlichen Existenzbedingungen ihnen beim Experiment nur schwer oder gar nicht geboten werden können.

Nehmen wir die Fähigkeit der Infusorien, spontan zu zerfallen und aus den Trümmern wieder neu zu erstehen als möglich an, so ergeben sich für dieselben ganz analoge Verhältnisse wie bei den Metazoen, wie ein schon a. a. O. von mir erwähntes Beispiel lehren mag: Ein Wurm (z. B. eine *Nais*) kann sich spontan in zwei gleichwerthige Individuen theilen, ebenso ein Infusorium; ein Wurm (z. B. *Ctenodrilus monostylos*)*) kann spontan in unregelmässige Stücke zerfallen, die sich dann allmälig wieder zu vollkommenen Thieren regeneriren: dasselbe finden wir bei Infusorien (*Opalina*); endlich kann ein Wurm (z. B. *Nais*) künstlich in Stücke zerschnitten werden, welche die verlorenen Theile zu ersetzen im Stande sind und dieselbe Fähigkeit besitzen, wie bisher gezeigt wurde, die Infusorien. Der Unterschied ist eben nur der, dass bei der Regeneration der Metazoen für uns wahrnehmbar die Zellen leisten, was bei den Protozoen die Aufgabe der Elementartheile ist.

Die Bedeutung des Kerns bei der Regeneration.

Nachdem einmal die allgemeine Thatsache der Regenerationsfähigkeit festgestellt war, musste es sich darum handeln, das Verhalten des Kerns bei der Regeneration und seinen etwaigen Einfluss auf dieselbe festzustellen. Bei den oben erwähnten Versuchen der Botaniker an den vielkernigen *Vaucheria*-Zellen war schon ziemlich sicher nachgewiesen worden, dass bei künstlicher Theilung grössere kernhaltige Stücke lebensfähig bleiben, während kleine, kernlose zerfallen; doch könnte man da immer noch einwenden, dass auch der geringe Umfang des Theilstücks die Lebensunfähigkeit bedingen möchte. Beweisender für die Unentbehrlichkeit des Kerns bei der Regeneration ist folgender Versuch Nussbaum's: „In einem Falle war eine Oxytrichine der Länge nach zerlegt worden. Bei der mikroskopischen Untersuchung fand sich, dass alle vier Kerne aus den Schnittflächen ausgetreten waren. Die Stücke waren kernlos. Das kleinere derselben bewegte sich, wie alle ähnlichen, bei Erhaltung der Wimperthätigkeit noch drei Stunden lang. Das grössere Stück lebte noch bis zum folgenden Tag; hatte aber die Oxytrichinenform nicht wieder erlangt, wie es in allen anderen zahlreichen Versuchen bei kernhaltigen Stücken sich ereignet hatte. Es tummelte sich in Form einer kurz geschwänzten Kugel in der Flüssigkeit.

*) s. M. Graf Zeppelin, Ueber Bau und die Theilungsvorgänge des Ctenodrilus monostylos, Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 39, Heft 4. 1883.

Am zweiten Tage nach der künstlichen Theilung war auch dieses Stück zu Grunde gegangen". „Es scheint somit", sagt Nussbaum, „als ob zur Erhaltung der formgestaltenden Energie einer Zelle der Kern unentbehrlich sei". Wenn Nussbaum diesen Satz nicht mit voller Sicherheit aussprechen wollte, so war es wohl dem Umstand zuzuschreiben, dass er sich erst auf einen einzigen Versuch stützen konnte, bei dem ja vielleicht auch unberechenbare Zufälligkeiten mit in's Spiel hätten kommen können, und so versuchte ich denn, ob sich vielleicht mit *Stentor* weitere Stützen der genannten Ansicht würden erreichen lassen. Ich war selbst nicht von vornherein überzeugt davon, denn ich hatte selbst öfters Gelegenheit gehabt, das scheinbar unalterirte Weiterleben bei Protozoen zu beobachten, die ihren Kern eingebüsst haben; meine eigenen und einige fremde Beobachtungen über diesen Punkt habe ich seinerzeit unter dem Titel: „Ueber die Einflusslosigkeit des Kerns auf die Bewegung, die Ernährung und das Wachsthum einzelliger Thiere" im biologischen Centralblatt (Bd. III. Nr. 19 pg. 580) beschrieben und am Schlusse des Artikels den Satz aufgestellt: „dass der Kern keine Bedeutung für diejenigen Funktionen des Zellkörpers hat, welche nicht direkt in Beziehung zur Fortpflanzung stehen".

Ich sagte ausdrücklich, alle Funktionen, welche nicht mit der Fortpflanzung in Beziehung stehen und wie sich nachher zeigen wird, hatte ich darin ganz richtig geschlossen; ein Weitervegetiren und sogar eine Zunahme an Umfang ist auch ohne Kern unter Umständen möglich, aber eine Fortpflanzung oder Regeneration d. h. ein Neuschaffen von Körpertheilen kann ohne Vermittlung des Kerns nicht eintreten.

Den Versuchen mit Stentor lagen zunächst ziemliche Schwierigkeiten im Wege, da ja der rosenkranzförmige Kern den ganzen Körper durchzieht und es desshalb schwer ist, ein Stück so abzutragen, dass es keinen Antheil des Kernes mitbekam. Ich versuchte es zuerst, kleine Theile von der vorderen Körperpartie abzuschneiden und da gelang es mir denn auch manchmal, eine Mitverletzung des Kerns zu vermeiden, Fig. 8. Solche kleinere Stücke fand ich nun, nachdem ich sie isolirt hatte, am folgenden Tage in ziemlich vollkommener Gestalt wieder; ich färbte sie mit Picrocarmin, wobei sich herausstellte, dass wirklich kein Kernbestandtheil in ihnen enthalten war und glaubte jetzt daraus schliessen zu können, dass eine Regeneration auch ohne das Vorhandensein eines Kerns einzutreten vermöge. Zu demselben Schlusse veranlasste mich

Anfangs auch noch ein anderer Versuch: Von der Thatsache ausgehend, dass der rosenkranzförmige Kern der Stentoren bei der Theilung zu einer bohnenförmigen Masse verschmilzt, wählte ich mir Individuen aus, die eben den Beginn der Theilung verriethen, d. h. bei welchen in der Mitte des Körpers sich eben das neue Peristom anzulegen anfieng, Fig. 9; bei einem solchen gelang es mir denn auch einen Querschnitt gerade vor der Peristomanlage vorbei so zu führen, dass dabei der grösste Theil der Kernmasse zum Austritt gebracht wurde. Die beiden Stücke wurden isolirt und waren beide am folgenden Tage wieder zu ganz vollkommenen Thieren geworden. Bei der Färbung auf dem Objektträger*) stellte sich nun heraus, dass der eine der beiden Stentoren in der That keine Spur eines Kernes und der andere nur noch ein kleines Restchen eines solchen enthielt. Also auch hier war scheinbar Regeneration ohne Einfluss des Kerns eingetreten. Bei genauerer Untersuchung und Ueberlegung waren aber sowohl der vorige, als dieser Versuch doch anders zu deuten: Bei den kleinen vom Vorderende abgetrennten Stücken beruhte das vollkommene Aussehen am folgenden Tage nicht auf Regeneration, sondern auf einfacher Wundheilung, wobei sich das mitabgetrennte Stück des Peristomkranzes kreisförmig zusammengeschlossen hatte und so das Bild eines vollkommenen Infusoriums vorgetäuscht wurde, ein neuer Mund, wo der ursprüngliche durch den Schnitt nicht mit abgelöst worden war, hatte sich aber nicht gebildet, kurz was verloren gegangen, war nicht durch Neues ersetzt worden, Fig. 8 b. Im zweiten Fall handelt es sich ebenfalls nicht um eine Regeneration, denn es war ja an der mittleren Körperpartie des betreffenden Stentor ein neues Peristomfeld mit adoraler Wimperzone schon in Bildung begriffen und der Schnitt, welcher hart vor dieser Anlage durchgegangen war, hatte ja den Stentor nur in zwei Hälften zerlegt, die sich kurze Zeit darauf auch spontan von einander gelöst hätten. Bei dem Stücke, welches das ursprüngliche Vorderende mitbekommen hatte, brauchte sich die Wunde nur zu schliessen und der Körper sich wieder zum Hinterende zu verjüngen, bei dem andern dagegen schloss sich die Wunde ebenfalls und die mitabgetrennte Neuanlage gieng einfach ihren Ent-

*) Stentoren lassen sich sehr leicht auf dem Objektträger färben, da sie mit absolutem Alcohol übergossen, gewöhnlich am Glase fest kleben bleiben. Der Kern nimmt gerade bei diesen Infusorien ausserordentlich begierig das Pikrokarmin auf und ist immer schon dunkelroth, ehe noch das Cytoplasma sich zu färben beginnt.

wickelungsgang weiter bis zur Bildung des vollkommenen Peristomfelds und der Mundspirale. Es geht also aus diesen Beobachtungen nur hervor, dass ein Wundheilungsprocess bei Infusorien auch ohne Gegenwart des Kernes eintreten kann und dass ein Neubildungsprocess, wenn er einmal in Gang gesetzt ist, ebenfalls ohne Zuthun des Kerns ungestört weitergehen kann; der Anstoss dazu ist, wie wir nachher sehen werden, zwar vom Kerne ausgegangen, ist dieser aber einmal gegeben, so kann man das anstossgebende Moment entfernen, ohne die Bewegung damit aufzuheben. Ich glaube wenigstens, dass man den zweiten Versuch, den ich nachher öfter in ähnlicher Weise wiederholt, nicht anders deuten kann, als dass wir in der Neuanlage von Körpertheilen bei Infusorien eine Bewegung sehen müssen, die unaufhaltsam ihrem Ziele zustrebt, wenn sie einmal in Fluss gebracht worden ist. Auftreten kann aber eine solche Bewegung nicht, d. h. neuentstehen können „Organulla“ nicht, wenn der Kern verloren gegangen ist; dies lehren die Versuche, die ich jetzt beschreiben will, mit voller Sicherheit: Ich schnitt von einem Stentor ein kleines Stück so ab, dass kein Antheil des Peristomkranzes mit abgetrennt wurde, weil dies nachher zu Täuschungen hätte führen können und isolirte dasselbe, Fig. 10; es regenerirte sich nicht und bei der nachherigen Präparation stellte sich heraus, dass kein Kernbestandtheil darin enthalten war. Ich wiederholte den Versuch und trennte von einem anderen Individuum abermals einen kleinen Schnitt ab, an welchem ebenfalls keine Spur von Peristomwimpern mehr waren, Fig. 11; dieses Stück aber hatte sich am folgenden Tage regenerirt und erwies sich bei Anwendung von Reagentien als kernhaltig. Ferner schnitt ich einen Stentor in der oben angeführten Weise in vier Stücke, Fig. 3; Tags darauf hatten sich drei dieser Stücke (A, B, C) vollkommen regenerirt, eines dagegen (D) gar nicht und dieses letztere erwies sich beim Färben als kernlos, während die drei anderen Antheile des Kernes mitbekommen hatten. Das kernlose, nicht regenerationsfähige Stück war nicht etwa kleiner als die andern und wegen geringeren Umfangs nicht so lebensfähig, sondern alle vier Theile hatten etwa dieselbe Grösse und das kernlose war sogar viel umfangreicher, als manche bei anderen Versuchen abgetrennte Theile, die sich ganz gut regenerirt hatten*).

*) Ich erwähne, dass ich diesen und den folgenden Versuch mehrmals wiederholt habe, um vor etwaigen Zufälligkeiten sicher zu sein.

Noch beweisender für die Bedeutung des Kerns bei der Regeneration ist folgendes Experiment: Schneidet man bei einer grösseren Anzahl von Stentoren das hintere Ende ab und isolirt diese abgetrennten Theile, welche also keine Bestandtheile des Peristoms miterhalten haben, so findet man dieselben am folgenden Tage in verschiedenen Zuständen vor: Ein Theil davon ist zu vollkommenen Stentoren mit neuem Peristom, Mund und Schlund regenerirt, bei einem anderen ist die Regeneration im Gange, aber noch nicht vollkommen abgeschlossen und bei einem dritten Theile endlich hat sich nur die Schnittwunde geschlossen, die Thiere schwimmen umher wie die übrigen, es zeigt sich aber keine Spur von Regeneration. Bei der Färbung auf dem Objektträger stellt sich nun heraus, dass die ganz regenerirten Theilstücke einen normalen, rosenkranzförmigen Kern enthalten, die in ihrer Wiederherstellung verspäteten nur ein kleines Bruchstück eines solchen mitbekommen haben und die, welche sich als regenerationsunfähig erweisen, vollkommen kernlos sind. Ich habe derartige kernlose Stücke oft mehrere Tage am Leben erhalten, sie zerfielen aber immer, ohne dass irgendwelche Neubildungen aufgetreten wären.

Aehnliche Versuche habe ich auch bei einigen anderen Infusorien vorgenommen, aber ohne weiteren Erfolg, da sie alle weniger geeignet dazu waren, wie Stentor. Dagegen gelang es mir bei *Amöba proteus* ganz gute Resultate zu erzielen: Bekanntlich hat Amöba proteus nur einen, ziemlich grossen Kern*) und lässt sich aus diesem Grunde nicht schwer in eine kernhaltige und eine kernlose Hälfte zerlegen, Fig. 12. Gelingt der Schnitt und isolirt man die beiden Stücke, so sieht man, dass das eine davon ungestört fortfährt seine Pseudopodien zu treiben und einzuziehen (A), kurz dass es in seinem Habitus keine Veränderung erfahren hat, bei dem anderen Stücke (B) dagegen verschwinden die Pseudopodien, wenn auch eine schwache Protoplasmaströmung Anfangs noch sichtbar ist, und mit der Zeit stirbt das Stück ganz ab. Ich hatte z. B. eine solche Amöbe am 14. April künstlich halbirt; am 16. war die eine Hälfte noch so beweglich wie Anfangs, die andere aber war kuglig geworden und im Absterben begriffen; bei der Färbung erwies sich erstere als die kernhaltige, letztere als die kernlose Hälfte und dasselbe Resultat ergaben alle anderen Versuche auch**). Hier führt

*) s. Gruber, Studien über Amöben. Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 41. Heft 2.

**) Wallich hat zweimal bei seiner Amöba villosa eine spontane Theilung

also die Entfernung des Kerns sofort auch eine Alterirung der Bewegungsfähigkeit herbei, was bei den Infusorien und überhaupt wohl bei den meisten Protozoen nicht der Fall sein wird, wenigstens habe ich auch bei Heliozoen kernlose Theilstücke sich ebenso lebhaft bewegen sehen, wie kernhaltige. Was aber bei allen Protisten und bei jeder Zelle überhaupt durch den Mangel des Kerns herbeigeführt wird, das ist die Unfähigkeit, verloren gegangene Theile zu ersetzen, Neubildungen zu erzeugen. Zur „Erhaltung der formgestaltenden Energie einer Zelle", wie Nussbaum sich ausdrückt, ist also in der That der Kern unentbehrlich und mit Weismann*) können wir sagen, dass „nur unter dem Einfluss des Kerns die umzubildende Zellsubstanz wieder den vollen Arttypus annimmt". Auf rein empirischem Wege werden wir hier vor die unumstössliche Thatsache gestellt, dass der Kern der wichtigste, dass er der arterhaltende Bestandtheil der Zelle ist und dass man ihm mit Recht die höchste Bedeutung bei den Vorgängen der Befruchtung und der Vererbung zuschreibt, wie dies von zahlreichen Forschern in neuester Zeit gethan worden ist.

Da der richtende Einfluss bei der Vermehrung der Zelle vom Kerne ausgeht, so erscheint es wundersam, dass oft die Kernsubstanz in mehr oder weniger zahlreichen Stücken im Protoplasma vertheilt liegt, also gewissermassen statt eines Alleinherrschers eine Vielherrschaft in der Zelle vorhanden ist, von welcher man annehmen möchte, dass sie leicht eine Verwirrung in die Entwickelung bringen könnte. Vielleicht um dem vorzubeugen und auch, um eine gleichmässige Vertheilung der Kernsubstanz auf die Tochterindividuen zu ermöglichen, sehen wir bei den meisten mehrkernigen Infusorien eine vorherige Vereinigung der zahlreichen Kerne zu einem vor sich gehen. Wo diese Verschmelzung bei der Vermehrung etwa nicht stattfindet**), muss man sich eben alle Kerne eines Zellindividuums

---

ohne Betheiligung des Kerns beobachtet, wobei sich die beiden Tochterindividuen gerade so verhielten, wie die künstlich erzeugten; ob das kernlose Stück später zu Grunde ging, ist nicht erwähnt (s. Wallich. Amöba villosa etc. Annals and Magaz. of nat. Hist. Vol. XI. 3 sér. 1863 pg. 444).

*) Weismann, Die Continuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung. Jena 1885. S. 29.

**) Bekanntlich sollen nach Bütschli bei *Loxodes rostrum* die Kerne bei der Theilung nicht verschmelzen. Auch ich habe bei diesem Infusorium Indi-

als unter sich vollkommen congruent in Bau und Leistung vorstellen. In der Struktur erscheinen übrigens bei den meisten mehrkernigen Protozoen die Kerne dem Beobachter ohne Weiteres congruent; denn es bieten sich meist keine Anhaltspunkte, um etwaige Abweichungen zu constatiren. Desshalb war es mir interessant, an den beiden Kernen der *Amöba binucleata* ein Objekt zu finden, welches man auf diesen Punkt hin untersuchen kann. Wie ich in der Beschreibung dieser merkwürdigen Amöbe hervorhob*) sind die in der Zweizahl vorhandenen Kerne sehr gross und zeichnen sich durch eine sehr wechselnde Gestaltung und Anordnung der chromatischen Substanz aus und es zeigt sich nun, dass die beiden Kerne einer und derselben Amöbe darin immer harmoniren Fig. 13. Ist z. B. das Chromatin in grösseren und kleineren Brocken im Kernsaft vertheilt, so ist das bei beiden Kernen der Fall (a), ist es in eine feinkörnige Masse aufgelöst (b), findet sich ein centraler nucleolusartiger Klumpen im Kern (c) oder ist die chromatische Substanz einseitig abgelagert (d), immer harmoniren die beiden Kerne mit einander. Wir können also hier die Congruenz der Kerne bestimmt nachweisen und ich glaube, es liegt darin zugleich ein Beweis dafür, dass das Chromatin im Kern in der That ein wichtiger Faktor ist, dass auf die Art seiner Substanz etwas ankommt, und wir es nicht mit einer blossen Anhäufung von Nährmaterial zu thun haben.

Es bliebe mir nun noch übrig etwas über die Rolle zu sagen, welche der Nebenkern bei den Regenerationsvorgängen zu spielen hat, aber ich bin leider nicht im Stande, etwas Positives darüber anzugeben.

Bei Stentor ist bis vor Kurzem von Nebenkernen nichts bekannt gewesen und erst Maupas**) hat darüber Angaben gemacht, worin er die Nebenkerne als einzige Körnchen beschreibt, die unregelmässig vertheilt zu einem oder mehreren in der Nähe jedes Kerngliedes liegen. Balbiani ist es nicht gelungen, Maupas' Beobachtung zu

viduen, die eben in Theilung begriffen waren, immer vielkernig gefunden. Immerhin könnte die Verschmelzung und nachherige Wiederauflösung in zahlreiche Kerne schon stattgefunden haben, ehe die beginnende Theilung am Körper des Infusoriums deutlich sichtbar wird, wie ich dies bei Oxytricha scutellum beschrieben habe. (Gruber, Ueber Kern und Kerntheilung bei den Protozoen. Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 40).

*) Studien über Amöben etc.

**) Das Nähere darüber s. Maupas, Contribut. à l'étude morphol. et anat. des Infusories ciliés. Arch. de Zool. exp. et génér. 2. Série. Vol. I. pg. 652 u. f.

bestätigen, dagegen habe ich mich selbst zu öfteren Malen von der Richtigkeit derselben überzeugen können. Nicht jedesmal aber doch sehr häufig zeigten sich auf meinen Präparaten die mit Carmin sich roth färbenden Körperchen, welche den von Maupas beschriebenen entsprachen, wie ich aus den Skizzen ersehen konnte, welche dieser Forscher so freundlich war, mir zu übersenden. Trotz des geringen Umfangs und der oft sehr unregelmässigen Vertheilung dieser Gebilde scheint es mir auch sehr wahrscheinlich, dass man sie als Nebenkerne ansprechen muss. Mit voller Sicherheit lässt sich dies aber erst sagen, wenn es einmal gelingt, ihr Verhalten bei der Theilung und der Conjugation der Stentoren zu verfolgen. Was nun die Regeneration betrifft, so habe ich keinerlei Einfluss entdecken können, den sie etwa auf diese Vorgänge auszuüben im Stande wären.

Beobachtungen über die spontane Theilung der Infusorien.

Es sind meines Wissens bisher noch keine Versuche angestellt worden, um zu ermitteln, ob bei der Vermehrung der Protozoen durch Theilung bezüglich der Zeit, in welcher die Theilungen auf einander folgen, eine Gesetzmässigkeit bestehe, ob etwa eine bestimmte Anzahl von Theilungen zwischen zwei Conjugationsperioden liege, ob der Eintritt der Theilung bedingt werde durch starke Ernährung und damit verbundenem Wachsthum, oder im Gegentheil durch ungünstige äussere Lage, oder ob sie überhaupt nicht auf äusseren Anstoss erfolge, sondern von inneren Ursachen beherrscht und hervorgerufen werde. Diese und noch manche andere Fragen harren noch der Beantwortung und auch die Versuche, die ich zu ihrer Lösung unternommen, haben vor der Hand erst einen schwachen Anfang darin gemacht, können also gar keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, bis sich nicht die Gelegenheit geboten haben wird, sie durch vollkommenere zu ergänzen. Als Hauptversuchsobjekt diente mir wieder Stentor cöruleus, der mir in Menge zur Verfügung stand und der sich wegen seines bedeutenden Umfangs leicht isoliren und controliren liess.

Eine Reihe von Versuchen bestand darin, Stentoren und zwar womöglich solche, welche eben im Begriffe waren sich zu theilen, zu isoliren; war die Theilung erfolgt, so wurden die Tochterindividuen getrennt und für sich beobachtet, um zu sehen wie und wann die Theilung derselben in Enkel erfolge. Dabei stellte sich heraus, dass dies in den meisten Fällen bei den Tochterindividuen

gleichzeitig geschieht, obgleich sie in verschiedenen Gläsern getrennt gehalten wurden. Unter gleichzeitig verstehe ich aber nicht, dass die Zweitheilung bei beiden Infusorien in demselben Moment erfolge, sondern etwa in derselben Stunde oder im Verlauf von mehreren Stunden jedenfalls an demselben Beobachtungstage, den ich von Vormittags 9 bis Nachmittags 4 Uhr rechnen will. Sehr häufig theilten sich die isolirten Individuen auch während der Nacht und ich fand Morgens beide Töchter in je zwei Enkel zerfallen. Die kleinen Zeitdifferenzen, welche bei der Theilung der Tochterindividuen bestehen, steigern sich selbstverständlich bei den folgenden Generationen, so dass man bei Enkeln und Urenkeln eines gemeinsamen Stammindividuums nicht mehr von gleichzeitiger Theilung sprechen kann; es treten da Unterschiede von vielen Stunden und auch Tagen ein. Da auf die zwei congruenten Hälften, in welche das Infusorium bei der Vermehrung zerfällt, derselbe Antheil an Kernsubstanz entfällt und zwar wie wir annehmen je eine der morphologisch und physiologisch gleichwerthigen Hälften des ursprünglichen Kerns, so sollten wir annehmen, dass bei gleichen äusseren Bedingungen also z. B. dem gemeinsamen Aufenthalt in einem sehr geringen Wasserquantum die Tochterkerne in der Aeusserung ihrer Herrschaft über das Plasma also ihrer Beeinflussung der Theilung absolut gleich sein müssten, die Vermehrung also bei den Tochterindividuen in demselben Momente erfolgen werde. Warum doch kleine Differenzen bestehen, kann ich vorderhand nicht mit Bestimmtheit aussprechen, ich glaube aber, dass darin eine Andeutung zu sehen ist, dass die morphologische und physiologische Congruenz der durch Zweitheilung entstandenen Tochterindividuen doch keine ganz absolute ist.

Ich bemerke noch, dass ich auch bei anderen Infusorien, wie z. B. bei Clymacostomum, bei Stylonychia und Paramäcium die — beinahe — gleichzeitige Vermehrung der Töchter eines Stamminfusoriums constatiren konnte.

Was die Zeit betrifft, welche zwischen den einzelnen Theilungen liegt, so kann ich darüber nur in Bezug auf Stentor etwas Bestimmteres sagen, weil dies bis jetzt das einzige Infusorium ist, bei welchem mir eine grössere Anzahl von Beobachtungen auf diesen Punkt hin gelungen sind. Merkwürdiger Weise stellte sich heraus, dass die Theilung in den allermeisten Fällen von zwei zu zwei Tagen erfolgte, d. h. dass Tochterindividuen am zweiten Tage nach ihrer Abtrennung sich zu Enkel, dass Enkel sich am über-

nächsten Tage zu Urenkeln vermehren etc. Unter 56 Fällen fand bei 42 eine Theilung immer am zweiten Tag nach der vorausgegangenen statt, 6 theilten sich schon am folgenden, 5 erst am dritten und 3 nach 4, 5 oder mehr Tagen. Man kann es also bei Stentor cöruleus beinahe als die Regel bezeichnen, dass der genannte Zeitintervall zwischen zwei Theilungen eingehalten wird. Es frägt sich nun aber, ob diese Erscheinung auch eine normale ist, oder ob sie durch unnatürliche Existenzbedingungen hervorgerufen wurde. Es ist dies schwer zu entscheiden, da eben diese Untersuchungen nur an isolirten und daher in kleineren Wassermengen lebenden Thieren gemacht werden können. Nimmt man aber auch an, das geringe Wasserquantum habe die Neigung zur raschen Theilung hervorgerufen, so würde dies nur vermuthen lassen, dass diese Neigung wohl auch in der Natur eintritt, wenn durch irgend welche Umstände der betreffende Teich, Bach oder dergl. dem Austrocknen nahe wäre; die Regelmässigkeit, mit welcher die Theilungen sich zeitlich folgen ist damit noch nicht erklärt und diese kann doch wohl nur die Aeusserung eines constant wirkenden inneren Gesetzes sein.

Das Fehlen oder Vorhandensein von Nährmaterial für die Stentoren, war bei all' diesen Versuchen ohne Einfluss auf das Tempo der Theilung. Ich hatte Thiere in Uhrgläschen isolirt, in welchen fast reines Wasser war und andere, in denen es von Paramäcien, einer Hauptnahrung der Stentoren, und von anderen Infusorien wimmelte, aber bei beiden gieng die Vermehrung in gleicher Weise vor sich und zwar immer so, dass die Thiere zwischen zwei Theilungen nicht mehr wuchsen, also von Theilung zu Theilung an Volumen verloren. Ich habe zu öfteren Malen Messungen vorgenommen in der Weise, dass ich die betreffenden Individuen vor der Isolirung mass und zwar während des Umherschwimmens, wobei sie einen mittleren Ausdehnungszustand aufweisen; dann wurden die Töchter, die Enkel etc. auch gemessen und es stellte sich heraus, dass das Volumen ungefähr auf die Hälfte, dann auf ein Viertel u. s. w. herab gieng. Ich sage ungefähr, denn etwas grösser schienen die durch Theilung entstandenen Thiere doch zu sein, als die entsprechenden Bruchtheile, was wohl auf erfolgter Wasseraufnahme beruhen mag. Die Stentoren, die ich isolirte, hatten meist so ziemlich dieselbe Grösse und theilten sich immer nur bis zum Urenkel, so dass auch die letzte Generation bei diesen Versuchen immer annähernd gleichen Umfang hatte.

Isolirte ich kleinere Thiere, so theilten sie sich nur bis zu Enkeln, die auch wieder das kleinste Mass zeigten.

Ich glaube, es ist kein Zweifel, dass in diesen Erscheinungen sich eine Gesetzmässigkeit ausspricht, dass wir es nicht mit Produkten des Zufalls zu thun haben. Auch in den Aquarien, in welchen die Stentorcolonien unter natürlichen Existenzbedingungen leben, findet man öfter die Infusorien von durchschnittlich sehr geringem Umfang und es kann sehr wohl sein, dass dieselben eben einer raschen Folge von Theilungen unterworfen gewesen waren. Ich glaube, dass man zwei Arten von spontaner Theilung bei den Infusorien unterscheiden kann, eine solche, welche eintritt, wenn das Individuum durch Wachsthum eine gewisse nicht überschreitbare Grösse erreicht hat; das ist die Vermehrung, die man als das Wachsthum des Individuums über das vorgeschriebene Mass hinaus bezeichnet hat. Eine zweite Art der Vermehrung ist die durch rasch und in bestimmten Zeitintervallen auf einander folgende Theilungen, ohne dazwischenliegendes Wachsthum, also verbunden mit stetiger Abnahme des Körperumfangs bis zu einem bestimmten kleinsten Mass. Diese letztere Vermehrungsart, für deren Existenz ich oben den Beweis gegeben, würde eintreten, wenn die Infusorien unter ungünstigen Bedingungen sich befinden und es für die Erhaltung der Art wünschenswerth erscheint, rasch eine grosse Anzahl von Individuen hervorzubringen. Am Ende dieser beschleunigten Theilungen würde dann eine Periode der Conjugation eintreten, die ja bekanntlich immer bei sehr kleinen Individuen beobachtet wurde. Würde die letztgenannte Vermehrungsweise die einzige sein, so müsste man auch bei jeder Infusoriencolonie immerwährend eine mit der Vermehrung der Individuenzahl verbundene Verkleinerung derselben und ein ebenso regelmässig cyklisch erscheinendes Auftreten der Conjugationsperiode eintreten sehen. Aber dass dies nicht der Fall ist, weiss jeder, der sich länger mit Infusorien beschäftigt hat, und besonders wissen es diejenigen, die in individuenreichen sich stets vermehrenden Colonien grosse Zeiträume hindurch vergeblich nach Conjugationszuständen gesucht haben, die andere Male in grosser Zahl vorhanden gewesen waren.

Ich möchte aber diese Gedanken nicht weiter ausspinnen, denn, wie schon bemerkt, stehen die empirischen Thatsachen, aus welchen sie hervorgegangen, doch noch auf zu schwachen Füssen und ich will lieber abwarten, dass mir Zeit und Zufall geeignetes Material an die Hand geben, um daran weiter zu arbeiten.

Ueber das Nervensystem der Infusorien.

Bei meinen Versuchen mit Stentoren bin ich auf eine Frage aufmerksam geworden, die ich hier noch kurz berühren möchte, nämlich, wie es sich mit den nervösen Elementen im Zellenleib der Infusorien verhalte. Aufschluss darüber giebt uns das Verhalten der Infusorien während der Conjugation und der spontanen Theilung, wie ich dies schon früher in meiner oben genannten vorläufigen Mittheilung ausgeführt habe. Betrachtet man nämlich ein Pärchen in Copula oder aber ein in Vermehrung begriffenes Infusorium, bei welchem sich die beiden Hälften noch nicht vollständig getrennt haben, so fällt einem auf, dass sich diese Thiere gerade wie ein Individuum bewegen, dass sie beide vollkommen übereinstimmende Bewegungen machen, so lange sie noch durch eine Protoplasmabrücke miteinander verbunden sind. Ich habe dies bei verschiedenen Arten von Infusorien zu öfteren Malen verfolgt, ganz besonders geeignet aber sind auch hier wieder die Stentoren; da an den grossen Peristomwimpern die Bewegungen so deutlich unter dem Mikroskope wahrzunehmen sind. So lange die zwei Tochterindividuen auch nur durch den dünnsten Faden von Protoplasma verbunden sind, Fig. 14, verhalten sie sich ganz und gar wie ein Individuum; schlagen die Peristomwimpern der vorderen Hälfte nach vorne, so thun es auch die der hinteren, im selben Moment, wo die ersteren auf irgend eine Veranlassung hin ihre Bewegungsrichtung ändern, thun es auch die letzteren. Das Schwimmen ist also ein vollkommen gleichmässiges und die beiden Thiere gleiten ruhig durch Sandkörnchen, Algenfäden etc. hindurch hintereinander her. Stösst das vordere aber auf ein Hinderniss, hält an, oder schwimmt rückwärts, so thut dies zu gleicher Zeit auch das hintere Infusorium Es ist also nicht so, als ob das zweite Individuum dem ersten einfach folge und wenn das erste nicht mehr weiterkann, jenes noch eine Zeit lang versuchen würde voranzuschwimmen, bis es zurückgehalten wird. Zuckt die eine der Hälften in Folge einer unliebsamen Berührung zusammen, so thut es in demselben Augenblick auch die andere, kurz alle Bewegungen sind vollständig synchronische, bis das letzte verbindende Fädchen zwischen den beiden Individuen durchreisst, welche dann, jedes nach einer anderen Richtung davonschwimmen. Dasselbe Resultat erhält man, wenn es gelingt, bei einem Stentor einen Querschnitt so zu führen, dass zwei Hälften entstehen, welche wie bei der spontanen Theilung noch durch eine

schmale Protoplasmabrücke miteinander verbunden sind, Fig. 15. Auch dann bewegen sich diese beiden lose zusammenhängenden Stücke ganz gleichmässig und es macht nicht etwa das eine den Versuch rückwärts zu schwimmen, während das andere vorwärts steuert. Da in diesem Falle die hintere Hälfte des Peristoms entbehrt, werden die gleichzeitigen Bewegungen durch die Körpercilien ausgeführt werden. Wenn nun, wie diese Beobachtungen lehren, eine beliebig schmale, ja sogar fadendünne Brücke von Protoplasma genügt, damit die lose zusammenhängenden Stücke sich wie ein physioliges Individuum verhalten, so beweist dies, dass die nervösen Leistungen im Infusorienkörper nicht an bestimmte Bahnen gebunden sind, dass die Willensäusserung jedes Protoplasmaelement gleichmässig beherrscht. Es kann somit kein umschriebenes Centralorgan vorhanden sein, sondern jedes Plasmatheilchen ist Centralorgan und Leitungsbahn in einer Person, d. h. die nervöse Potenz der Zelle ist eine diffuse. Es hindert dies nicht, dass nebenbei auch Fasern nervöser Natur sich finden können, wenn es sich z. B. um Innervirung von Wimpern handelt, welche in ungleichem Tempo zu schlagen haben, wie dies Engelmann bei Stylonychia gesehen zu haben glaubt*).

Diese Annahme erklärt uns auch, wie es möglich ist, dass schwimmende Colonien von Protozoen zweckentsprechende Bewegungen auszuführen im Stande sind. Betrachtet man z. B. eine Volvoxkugel, die aus vielen hunderten von Individuen bestehen kann, so sehen wir dieselbe sich in ihrer Bewegung nicht anders verhalten, als ein holotriches Infusorium, die Kugel schwimmt vor- und rückwärts, dreht sich im Kreise, hält still je nach Bedürfniss, je nachdem ihr ein Hinderniss im Wege steht, oder die Bahn frei ist. Da nun die Individuen an der Oberfläche einer Kugel stehen, können nicht alle mit ihren Geisseln in derselben Richtung schlagen, sondern deren Bewegungen müssen sich compensiren und bei einer in gerader Richtung schwimmenden Colonie sieht man die auf der linken Seite befindlichen nach links, die andern nach rechts schlagen, so dass eine Strömung links, eine rechts an der Kugel entlang gleitet (Fig. 16) wie dies schon Ehrenberg auf einer seiner Abbildungen durch Pfeile angedeutet hat**). Es werden also alle Individuen der Colonie von einem gemeinsamen Willen beherrscht, der diffus an

*) Engelmann, Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen. Pflüger's Arch. für Physiol. XXII. 1880. S. 505.

**) Die Infusionsth. als vollk. Org. Leipzig 1838. Atlas.

das Protoplasma gebunden ist und der nur desshalb in dieser Weise alle Glieder der Colonie umfassen kann, weil dieselben durch Protoplasmastränge unter sich verbunden sind. Ich bin überzeugt, dass diese Brücken zur Herstellung einer nervösen Einheit viel mehr dienen, als etwa zur wechselseitigen Ernährung der Einzelthiere.

Bei den höheren Protozoen, also bei den Infusorien scheint es mir wahrscheinlich, dass der Sitz der diffus vertheilten nervösen Potenz hauptsächlich in der Rinde zu suchen ist. Einer feinen Empfindung z. B. ist gewiss nur diese und nicht das Parenchym fähig, sonst müsste das oft zu beobachtende Aufnehmen übermässig grosser Nahrungskörper doch mit schmerzhaften Empfindungen verbunden sein. Eben dieses Schlucken von Körpern, welche den Leib der Infusorien ausdehnen und verzerren, lehrt uns zugleich, dass wir im Parenchym keinerlei Differenzirung zu besonderen Organula, Faserzügen etc. zu erwarten haben. Eine sehr lehrreiche Beobachtung in dieser Richtung machte ich einst an einem Clymacostomum virens. Dieses Infusorium hatte ein einziges Räderthier verschluckt, das nun wie toll im Parenchym umherfuhr, alles durcheinanderrührend und die Rindenzone bald vordrängend, bald vermittelst seines Strudelorgans einziehend. Das Clymacostomum schien aber durch diesen unruhigen Gast in seinem Inneren gar nicht weiter berührt zu werden, denn es schwamm ganz ruhig und gleichmässig im Wasser umher. Während nun andere Beutethiere, wie kleine holotriche Infusorien, die von demselben Individuum häufig verschluckt wurden, schon nach kurzer Zeit — etwa einer Viertelstunde — verdaut waren, war das Rotatorium nach vierundzwanzig Stunden noch am Leben, es lag zwar still, aber das Räderorgan war noch in Bewegung. Es müsste natürlich in dieser langen Zeit arge Verwüstungen im Körper des Infusoriums angerichtet haben; wenn irgendwelche complicirte Strukturen dort vorhanden wären. Das einzige was man aber an dem sehr lebensfrischen Clymacostomum bemerkte, war dass am Hinterende, wo das Räderthier lag, der Körper etwas eingebuchtet war, was sich aber am folgenden Tage wieder verwischt hatte, als das Rotator abgestorben und verdaut war.

Möge Niemand, der sich mit Protozoen beschäftigt, versäumen, derartige zufällige Beobachtungen festzuhalten, da wir durch sie am ehesten zum Verständniss darüber gelangen können, wo und wie die Lebensäusserungen in dem so einfachen und doch noch so räthselhaften Protoplasmaleib der „Einzelligen“ sich abspielen.

Tafel-Erklärung.

Tafel I.

GRUBER, Protozoën.

Sämmtliche Figuren sind halbschematisch gezeichnet. Fig. 1—11 beziehen sich auf künstliche Theilungen bei *Stentor cöruleus*.

Fig. 1. Ein quer durchschnittenes Exemplar.

Fig. 2. In Regeneration begriffener hinterer Abschnitt.

Fig. 3. Viertheilung, zuerst in der Quere, dann in der Länge.

Fig. 4. Isolirung eines mittleren Abschnitts.

Fig. 5. Ein unvollständiger Längsschnitt, der linke Theil hat nur wenig vom Peristom miterhalten.

Fig. 6. Dasselbe Individuum; der linke Theil hat sich regenerirt.

Fig. 7. Stentor mit zwei Hinterenden, durch unvollkommenen Längsschnitt entstanden.

Fig. 8. Abtrennung kleiner Stücke am Vorderende. 8^b Ein solches nach der Ablösung, ohne Kernantheil.

Fig. 9. Querschnitt durch einen Stentor mit beginnender spontaner Theilung.

Fig. 10. Abtrennung eines kleinen Stückes, x, ohne Kernantheil.

Fig. 11. Dasselbe, mit Kernantheil.

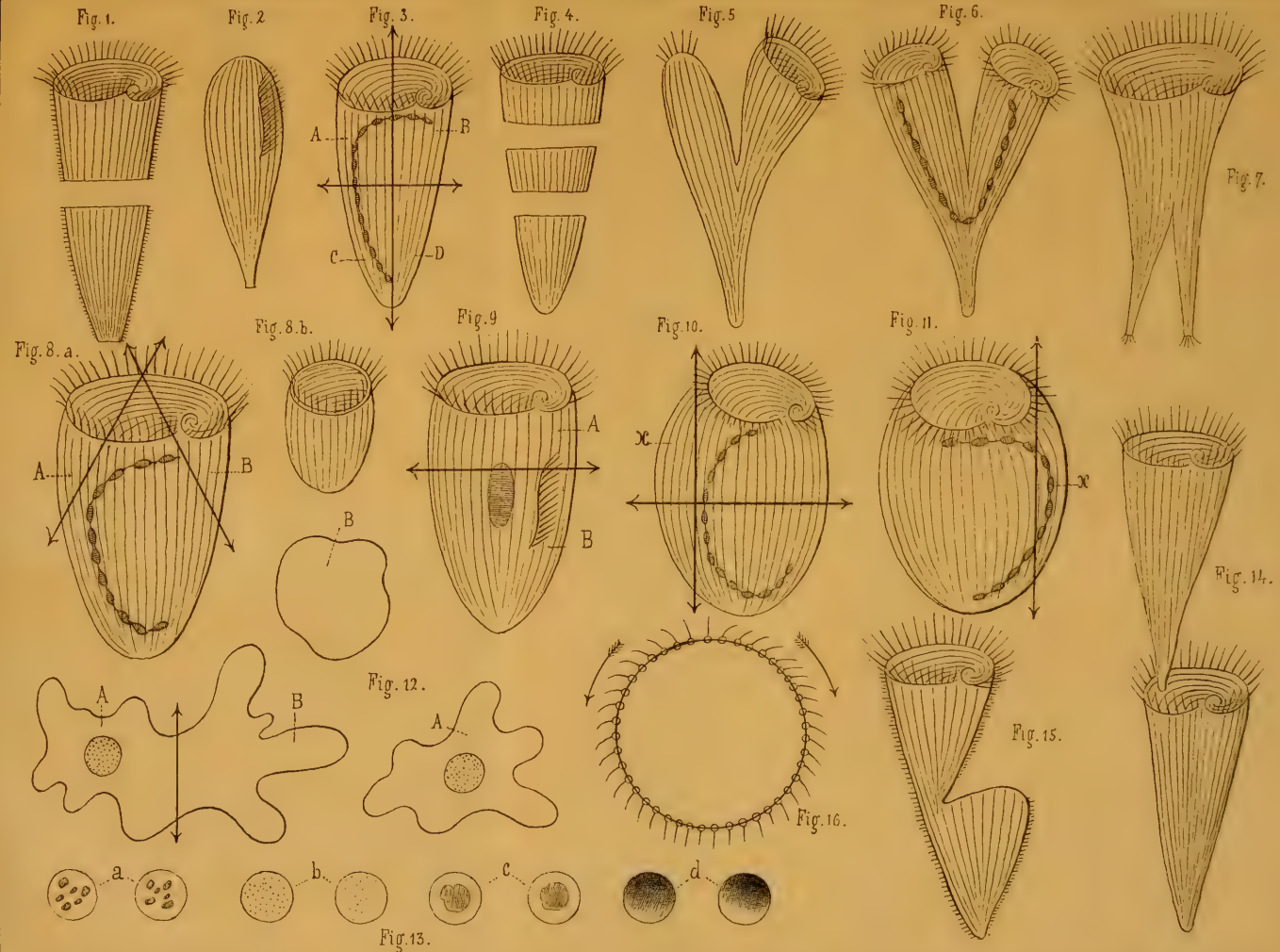
Fig. 12. Halbirung einer *Amöba proteus*; A kernhaltige, B kernlose Hälfte.

Fig. 13. Verschiedene Kernformen von *Amöba binucleata*; je zwei und zwei aus demselben Individuum; a. mit verschiedenartigen Chromatinbrocken; b. mit feiner Granulation; c. mit centralem nucleolus; d. mit einseitig abgelagertem Chromatin.

Fig. 14. *Stentor cöruleus* in Theilung; die Tochterindividuen hängen nur noch durch einen dünnen Faden zusammen.

Fig. 15. Unvollständiger Querschnitt durch Stentor; der vordere und hintere Abschnitt nur noch durch eine schmale Brücke verbunden.

Fig. 16. Idealer Querschnitt durch eine Volvoxcolonie; die Pfeile deuten die Richtung an, in welcher die Cilien schlagen.



Zu GRUBER, Protozoën. Berichte 1886. Heft 2.

Verlag der Akademischen Verlagsbuchhandlung von J. C. B. MOHR (Paul Siebeck) in Freiburg i. B.

Das

Respirations-System der Chamäleoniden

von

R. Wiedersheim,

Professor in Freiburg i. B.

Eine grosse Anzahl wohl conservirter Chamäleoniden, die ich der Freundlichkeit des kürzlich verstorbenen Dr. Riebeck verdanke, gab die Veranlassung zu einer genaueren Untersuchung des Respirations-Tractus der obengenannten Reptilien. Es standen mir zwei verschiedene Species, nemlich Ch. monachus und Ch. vulgaris zur Verfügung, theils ausgewachsene starke Exemplare, theils jüngere Thiere von 5—6 Centimeter Rumpflänge. Alle stammen aus Syrien und waren lebend in guten Alkohol gesetzt worden.

Ich bemerke im Voraus, dass sich beide Species bezüglich der Structurverhältnisse ihrer Athmungsorgane sehr nahe kommen, ja dass sie in der Hauptsache mit einander übereinstimmen, so dass sich die nachfolgende Schilderung, falls ich nicht ausdrücklich die eine Species besonders namhaft mache, auf beide bezieht.

Herr stud. med. F. Delius hat mich bei Anfertigung der Präparate in freundlicher Weise unterstüzt, was ich hiemit dankend erwähne.

Was die einschlägige Litteratur betrifft, so ist sie äusserst spärlich. Es wird wohl von Stannius (Zootomie), C. K. Hoffmann (Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs) und Owen (Anatomy of Vertebrates) auf die eigenthümlichen Verhältnisse der Chamäleon-Lunge aufmerksam gemacht, allein von einer genaueren Berücksichtigung derselben ist keine Rede. Dasselbe gilt auch von Gegenbaur.

der übrigens in seinen Grundzügen der vergleichenden Anatomie auf gewisse verwandtschaftliche Beziehungen zur Vogellunge hinweist. Mehr in's Detail geht F. E. Schulze in seinen Beiträgen zu Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben, worauf ich später noch einmal zurückkomme. Ich selbst war seiner Zeit bei Abfassung meines Lehrbuchs der vergleichenden Anatomie bestrebt, diese und jene Lücken auszufüllen, allein es war dies in dem mir gezogenen Rahmen nur zum Theile möglich und ich sehe mich genöthigt, in dem vorliegenden Aufsatze ergänzend und verbessernd einzugreifen.

1. Der Kehlkopf.

a) Das Knorpelgerüste und der Kehlsack.

Der Kehlkopfeingang liegt auf einer hinter der Zunge befindlichen, wulstig vorspringenden Prominenz der Mundschleimhaut, auf welcher die über den ganzen Mundhöhlenboden sich erstreckenden Längsfalten eine besonders dichte Anordnung erfahren. Der Eingang selbst stellt einen schmalen, von wulstigen Lippen umsäumten Längsschlitz dar, an dessen vorderem Umfang eine kleine Knorpelzunge durch die Schleimhaut hindurch sichtbar wird. Dieselbe gehört zu dem später genauer zu berücksichtigenden Ringknorpel (Fig. 3—9, P). Die wulstigen Lippen werden durch die unterliegenden Arytaenoidknorpel erzeugt (Fig. 3—8, ar).

Die Schleimhaut haftet der Unterlage nicht fest an und nach Entfernung derselben geräth man direkt auf die Muskulatur und das Knorpelgerüste des Kehlkopfes.

Was zunächst das letztere betrifft, so weicht es principiell von demjenigen der übrigen Saurier nicht ab, im Einzelnen aber zeigt es eine Reihe von Eigenthümlichkeiten, welche eine genauere Besprechung wohl gerechtfertigt erscheinen lassen.

In seinen allgemeinen Umrissen stellt es eine hyalinknorpelige Blase dar, welche im Wesentlichen auf der Configuration der Cartilago cricoidea beruht. Nach vorne zu ist sie ampullenartig aufgetrieben, während sie nach hinten eine starke Einschnürung erfährt (Fig. 3, 5, 7, 8, 9, cr.). Sie besteht aus einem einzigen Stück und zeigt sich ventralwärts etwas abgeplattet, dorsalwärts stark gewölbt. An letzterer Stelle erscheint sie bis weit nach vorne zu durch eine lanzettförmige, von einer fibrösen Membran verschlossenen Spalte (Fig. 6, *) in zwei Hälften getheilt. Nach hinten steht jene Membran mit der in der dorsalen Mittellinie der Trachea verlaufen-

den Bindegewebsmasse, welche als Schlussstück für die an jener Stelle offen bleibenden, knorpeligen Ringe dient, in unmittelbarer Verbindung (Fig. 6 T).

Der vordere Rand der dorsalen Circumferenz des Cricoidknorpels ist in der Mittellinie tief ausgeschnitten, während die Seitenpartieen bis zum ventralen Umfang hinab, stark gewulstet und gegen die Lichtung des Kehlkopfs herein umgebogen sind. Fig. 9, cr, welcher ein Präparat zu Grunde liegt, an dem die ganze dorsale Partie des Ringknorpels abgetragen und die Seitenwände ausgebreitet sind, lässt dies deutlich erkennen und zugleich sieht man, wie sich an die umgebogenen Ränder nach hinten die Stimmbänder (SB) anschliessen. Die eingezeichneten Pfeile zeigen die tiefe Ausbuchtung unter den Ligamenta vocalia, welche dadurch in ihrer freien Schwingung gesichert sind. Zugleich erkennt man auch aus jener Abbildung, wie die beiden bogig geschwungenen Knorpelränder in der ventralen Mittelinie des Cricoidknorpels in eine starke, nach rückwärts sich zuspitzende Knorpelleiste (L) auslaufen. Durch letztere zerfällt das Kehlkopf-Innere in zwei seitliche Buchten, welche an die Ventriculi Morgagni des Säugethierkehlkopfes erinnern.

Was die ventrale Seite des Ringknorpels betrifft, so ist sie von viel grösserer Ausdehnung als die dorsale. Dies beruht darauf, dass sie sich nach hinten und zugleich nach abwärts in eine schlanke Knorpelzunge (Fig. 3, 5, 7, 8, 9, vvf) auszieht, die mit einem wulstigen Rande endet (Fig. 3, vvf). Seitlich besitzt diese eine häutige Fontanelle (Fig. 3, 7, H), welche oben und vorne von einem Ausschnitt der Hauptmasse des Ringknorpels, nach hinten zu aber von einer elegant geschwungenen Knorpelspange begrenzt wird, welche von dem Seitenrand jenes zungenförmigen Fortsatzes entspringt und, sich dorsalwärts wendend, die Luftröhre umgreift (Fig. 3, 6, 7 cr[1]). Sie stellt gewissermassen den ersten Trachealring dar und ist als solcher in der dorsalen Mittellinie mit seinem Gegenstück ebenso, wie ich dies von den übrigen Knorpelringen bereits erwähnt habe, nur durch Bindegewebe vereinigt.

Nach hinten von dem zungenförmigen Fortsatz und fast parallel mit ihm nach hinten und abwärts ziehend, liegt ein zweiter, wesentlich schlanker geformter Knorpelstab, der sich bei genauerer Untersuchung als ein ventraler Auswuchs des ersten, eigentlichen Trachealknorpels herausstellt (Fig. 3, 5, 7, 8, hvf und tr[1]). Bei Chamaeleo monachus überragt dieser hintere Fortsatz den vorderen um ein beträchtliches Stück (Fig. 3, 7, hvf), bei Chamaeleo

vulgaris dagegen sind beide so ziemlich von gleicher Länge und zeigen auch etwas andere Krümmungsverhältnisse (Fig. 5, 8). Hier wie dort formiren sie zusammen eine knorpelige Röhre, die nur seitlich geöffnet ist und in die man von der ventralen Seite des Kehlkopfraumes hineingelangt (Fig. 9, †). Auf der Fig. 9 bezeichnen die Buchstaben tr^1—tr^3 die ventralen Segmente der Trachealringe, wovon zufällig der zweite in zwei Portionen zerfällt. Die weisslichen, bindegewebigen Septa zwischen den Knorpeln springen weit in's Lumen herein.

Jene Oeffnung an der ventralen Seite des Kehlkopfes führt nun in einen weiten Sack (Fig. 5, 6, 8, S) hinein, der am Uebergangsgebiet zwischen Larynx und Trachea festgewachsen ist und in den die eben geschilderten Knorpelfortsätze hineinragen (Fig. 5, 8). Sie hängen aber in demselben nicht frei herab, sondern erhalten einen Schleimhautüberzug, der sich als eine Art von Mesenterium zur vorderen und hinteren Sackwand hinüberspannt und der dabei nach unten bogig ausgeschnitten ist (Fig. 5, 8, ms, ms^1).

Die Wand des Sackes ist von weisslicher Farbe, reich vascularisirt und besteht aus dicht verfilzten Bindegewebsfasern und auch aus elastischen Elementen: glatte oder quergestreifte Muskelelemente waren nicht nachweisbar. Das auskleidende Epithel besteht aus zarten, schlanken Cylinderzellen, deren freies Ende da und dort den Eindruck von Flimmerhaaren erweckt, allein es gelang mir nicht, dieses sicher zu ermitteln.

Wird der Sack mit Luft gefüllt, so werden die beiden Knorpelfortsätze in rein passiver Weise von den sich spannenden Wänden nach vorne und hinten gezogen, wodurch sich der Verbindungsgang mit dem Kehlkopf, beziehungsweise mit der Trachea erweitert. Beim Entweichen der Luft legen sie sich wieder durch ihre eigene, federnde Kraft aneinander und bringen so einen Abschluss des Sack-Lumens zu Stande. Dass die Luft mit grosser Kraft und plötzlich herausgetrieben werden kann, dafür bürgen die Lagebeziehungen des Kehlsackes zu der Halsmuskulatur.

Oeffnet man nämlich ein Exemplar an der ventralen Seite des Halses, so fällt vor Allem auf, dass sich die Haut, ähnlich wie diejenige der anuren Batrachier, ungemein leicht abheben lässt, indem zwischen ihr und der Muskulatur weite Buchten liegen, die vielleicht die Bedeutung von Lymphräumen haben. Sicherlich aber liegt ihre Hauptbedeutung darin, dem Thier eine Aufblähung zu erlauben, wovon unten noch weiter die Rede sein wird.

Die erste Längsmuskelschicht am Hals wird durch den mächtigen M. sterno-hyoideus dargestellt, der sich im Laufe nach vorwärts immer weiter ventralwärts herabsenkt, bis er schliesslich den Zungenbeinapparat erreicht. Durch diese Art seines Laufes hebt er sich von einer tieferen zweiten Muskelschicht, die einen rein horizontalen Lauf vom Sterum zum Zungenbeinapparat verfolgt, ab und so entsteht zwischen beiden Muskelschichten ein Hohlraum, der lateralwärts nur durch fibrilläres Bindegewebe verschlossen wird. In denselben senkt sich der Kehlsack (Fig. 1, S) herab und kann hier unbehindert eine sehr starke Ausdehnung erreichen; er liegt sofort frei zu Tage, wenn man die Mm. sterno-hyoidei durchschneidet und nach vorne umklappt. Zugleich sieht man auch in der Tiefe die Trachea mit der reichlich vascularisirten Schilddrüse (Fig. 1. T, Th. Vergl. auch Fig. 14. Th.). Rechts und links ziehen die Carotiden nach vorne, bis sie unter dem M. retractor linguae verschwinden (Fig. 1. Ca, Mr.). Letzterer stellt eine glatte, wie gelappt aussehende Masse dar und kann so leicht auf den ersten Anblick für eine Drüse gehalten werden; sowie man aber die Zunge aus ihrer Scheide hervorzieht, entfaltet er sich und streckt sich zu einem langen, bandartigen Körper aus.

Die oben erwähnte, unter dem Sterno-hyoideus liegende Muskelschicht (M) entspringt breit fächerartig rechts und links vom Sternum und inserirt sich unter allmäliger Verjüngung am Hinterende des ersten Kiemenbogens (B[1]). Indem die Ursprungspartieen tief, die Seitenränder des Muskels aber höher liegen (das Thier in der Rückenlage gedacht) wird eine Nische formirt, welche durch rasche Contraction ihrer Seitenwände den mit Luft gefüllten Kehlsack zusammenzupressen im Stande ist. Dieses kann noch durch gleichzeitige Contraction der Mm. sterno-hyoidei wesentlich gesteigert werden.

Es mag hier eine Beobachtung von Joh. von Fischer*) Beachtung finden, die derselbe an lebenden Chamäleoniden gemacht hat. Fischer sagt: „In der höchsten Erregung des Zornes sperren sie das Maul weit auf, und dem Feinde die Breitseite bietend, zischen sie laut vernehmbar und pressen die angesammelte Luft mit Vehemenz zur engen Stimmritze heraus. So verweilen sie in der Defensive, bis sich das gefürchtete Thier

*) Ich verdanke die Hefte des „Zoolog. Gartens" (Jahrg. 1882), worin der betreffende Aufsatz J. v. Fischer's zu finden ist, der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Noll in Frankfurt.

genähert hat. Ist dieses geschehen und sie haben nicht vorgezogen, sich durch Flucht der Gefahr zu entziehen, so gehen sie in die Offensive über. Sie erheben sich auf drei Beine, indem sie sich von hinten nach vorne mehrmals wiegen, gleichsam um ihren Körper in Schwung zum Stoss zu bringen, bis sie mit dem Kopf, der sehr hart ist und drei Leisten trägt, die mit starken, sägeförmig gestellten Schuppen versehen sind, auf den Eindringling losfahren und diesen zuletzt unter Zischen mit den Kiefern angreifen etc. „Zu gewissen Zeiten lassen die Chamäleone einen knurrenden Ton erschallen, der aber sehr leise ist und wohl daher noch von keinem Herpetologen erwähnt wurde. Er ist auch sehr leicht zu überhören, wohl aber zu fühlen.

Nimmt man nemlich ein solch knurrendes Chamäleon in die Hand, so hört man diesen Ton sehr leicht, schon wenn man etwas fester drückt; streicht man mit dem Finger auf dem Rücken des Thieres die feinen, sägeartig gestellten Rückenschuppen herunter, so kann man den Ton wiederholen lassen. Auch fühlt man das Oscilliren des ganzen Körpers. Dieser Laut, der bei festgeschlossenem Maul hervorgebracht wird und ein reiner Kehllaut ist, wobei der Kopf an seiner Querachse im Nacken von oben nach unten und umgekehrt mehrmals bewegt wird, was man am leichtesten an der Bewegung des Helmes sieht, wiederholt sich zur Paarungszeit oft und wird dann wohl der Paarungsruf sein. Ich habe ihn bisher nur bei weiblichen Exemplaren gehört". „Der Kehlsack, richtiger Zungensack (? Wiedersheim), wird durch das Anstemmen der Zungenspitze an die Mitte des Unterkiefers angeschwellt, und indem sie dem Gegner ihre Breitseite bieten, welche derselbe nicht fassen kann, versetzen sie dem Andringling mit den scharfen Kopfleisten Stösse, zu denen sie durch Vor- und Rückwärtsoscilliren Anlauf nehmen. Das Maul wird halb geöffnet, und weil die Luft aus der Lunge herausgestossen und wieder eingeathmet wird, so ertönt das Zischen sowohl beim Einziehen, als auch beim Ausstossen der Luft".

Ich werde auf den Fischer'schen Aufsatz bei der Beschreibung der Lunge noch einmal zurückkommen und will hier nur noch auf die von allen übrigen Reptilien abweichende Winkelstellung des Kehlkopfes zur Trachea aufmerksam machen (Fig. 5, 7, 8). Diese wird nemlich sicherlich durch das von Fischer erwähnte Senken des Kopfes ausgeglichen und indem so die Stimmlade in die Achsenverlängerung der Luftröhre geräth, kann die Lungenluft mit viel grösserer Gewalt

ausgetrieben und der Stimmband-Apparat in Schwingung versetzt werden.

Was den von Fischer beobachteten, knurrenden Ton betrifft, so erkläre ich mir seine Entstehung dadurch, dass die aus dem aufgeblähten Kehlsack ausströmende Luft rasch an den Mesenterialfalten und den einragenden Knorpelzungen vorbeistreicht und sich dann in der trommelartigen Höhle der Stimmlade fängt. Zischend entweicht sie dann zusammt der Lungenluft durch die enge Stimmritze.

Nach dieser Abschweifung kehre ich noch einmal zur Schilderung des Ringknorpels zurück, an dessen vorderem Umfang noch ein zungenförmiger Fortsatz (Fig. 3—9, P) zu erwähnen ist. Derselbe erinnert seiner Lage nach an die Epiglottis des Säugethier-Kehlkopfes, ist aber selbstverständlich derselben nicht als homolog zu erachten. In formeller Beziehung unterliegt er zahlreichen individuellen Schwankungen, auch zeigen sich Unterschiede nach den verschiedenen Species der Chamäleoniden.

Was schliesslich die Giessbeckenknorpel betrifft, so sind sie von kegelförmiger Gestalt, mit vorderer, freier Spitze und hinterer, concav ausgeschnittener Basis. Mit dieser sitzen sie dem vorderen, wulstig vorspringenden Rand des Ringknorpels auf und sind mit ihm durch Bindegewebe beweglich verbunden (Fig. 3—8, ar). Ihre Seitenflächen sind abgeflacht, allein am Aussenrand ragt eine starke Leiste (Fig. 3, 4, ML) hervor, welche zum Ansatze des Musculus dilatator laryngis dient.

b) Die Musculatur.

Wie bei allen Reptilien, so finden sich auch bei den Chamäleoniden am Kehlkopf zwei Muskelpaare: 1) ein Dilatator und 2) ein Constrictor (Fig. 5, 6, 8, di, co).

Was den ersteren betrifft, so entspringt er jederseits von der ganzen Seitenfläche der Cartilago cricoidea mit Ausnahme des hintersten Abschnittes derselben; dabei greift er aber auch noch auf die dorsale und ventrale Fläche des Ringknorpels über, so dass er also von drei Seiten sichtbar ist.

In der Mitte seines Laufes ist er am breitesten und verjüngt sich gegen sein Ursprungs- und Ansatzende zu. Letzteres liegt, wie oben schon erwähnt, am lateralen Rand der Giessbeckenknorpel. Diese können dadurch seitwärts und zugleich nach abwärts gezogen werden, wodurch eine Erweiterung der Stimmritze eintritt.

Der zweite Muskel, der Constrictor, entspringt als ein plattes

und schmales Muskelband jederseits nach hinten von der Incisur, welche sich, wie oben erwähnt, am vorderen Rand der Dorsalfläche des Ringknorpels befindet (Fig. 6 c o, †). Er umgreift darauf die Seitenfläche dieses Knorpels, wobei er unter dem M. dilatator hindurchschlüpft, und erscheint darauf wieder auf der Ventralfläche, um hier mit seinem Gegenstück in der Medianlinie in eine starke Aponeurose auszustrahlen. Diese umspannt den dort befindlichen, zungenförmigen Fortsatz (Fig. 3—8, P) auf's Engste, ohne jedoch damit gänzlich zu verwachsen. So spannen sich z. B. bei Ch. monachus nur spärliche Bindegewebsfasern zwischen ihr und der knorpeligen Unterlage aus.

Auf der eben beschriebenen Ringtour verwächst der M. constrictor mit dem Basalstück der Aryknorpel, so dass diese unter seinem Einfluss stehen und so die Stimmritze verengern.

2. Die Trachea.

Die Luftröhre, auf deren skeletogene Grundlage ich oben schon hingewiesen habe, ist bei den grössten mir vorliegenden Exemplaren 17—20 Mill. lang, von dem Ursprung des Kehlsackes bis zur Theilungsstelle gerechnet. Die Innenwand ist von glatter Schleimhaut überzogen, allein die zwischen den Knorpelringen befindlichen fibrösen Bänder springen stark in's Innere vor. Die beiden Bronchen sind äusserst kurz, nur wenige Millimeter lang und senken sich nahe dem vorderen Lungenende in die mediale Wand desselben ein. Sowie dies geschehen ist, verlieren die knorpeligen Einlagen ihre regelmässige Form und beginnen sich, dem Lauf der grossen Blutbahnen folgend, noch eine kleine Strecke weit unregelmässig zu verästeln, so dass zuweilen geweihähnliche Bildungen entstehen (Fig. 10, † †). Auch Absplitterungen einzelner Knorpeltheilchen kommen vor, doch lässt sich hierüber keine Regel aufstellen, da nicht nur individuelle, sondern auch Verschiedenheiten zwischen Rechts und Links in einem und demselben Individuum zu verzeichnen sind.

3. Lunge.

An der Stelle, wo der Bronchus aufhört, gelangt man durch drei grosse, runde Oeffnungen in das eigentliche Lungengewebe hinein (Fig. 13, A^1 B^1 C^1). Sie führen in drei grosse, parallel miteinander in der Längsachse des Organs liegende Hohlräume (Fig. 13. 14, A B C), welche in ihrem vorderen Abschnitt durch solide Scheidewände von einander abgekammert sind. Nach

kurzem Verlauf aber zeigen sich diese, anfangs von kleinen und spärlichen, weiter nach hinten jedoch von grösseren Oeffnungen durchbrochen, so dass also Verbindungen der Hohlräume unter einander zu Stande kommen. Noch weiter nach rückwärts schwindet vollends jede Spur der Scheidewände, so dass schliesslich eine einheitliche Lungenhöhle zu Stande kommt und das sackförmige Organ den Charakter einer Amphibien- oder Eidechsenlunge annimmt.

Jene Septalbildungen sind nicht etwa zufällig, und in ihrer Anordnung wechselnd wie F. E. Schulze (l. c.) anzunehmen scheint, sondern es handelt sich um eine ganz typische Anordnung derselben, deren letzte Ursache in den Gefässverhältnissen zu suchen ist. Letztere grundiren gewissermassen die gesammte Lungenarchitectur in ihren Hauptzügen vor, d. h. sie sind das bestimmende Moment für die Anlage des bei **Chamäleoniden** zum erstenmal in die Erscheinung tretenden **intrapulmonalen** [bronchialen] Röhrensystems, welches dann in der aufsteigenden Thierreihe bekanntlich eine so hohe Ausbildung erfährt. Das Primäre sind also die Blutbahnen, zu welchen dann, wie dies aus dem oben beschriebenen Verhalten des letzten Bronchus-Endes erhellt, stützende Knorpelelemente erst secundär hinzutreten.

Um diese Thatsache in ihrer vollen Bedeutung würdigen zu können, muss man zu Injectionspräparaten greifen und das System der Arteria und Vena pulmonalis in seinen Hauptbahnen verfolgen. Ich verweise dabei auf die Fig. 14 und bemerke dazu, dass der ursprünglich ventralwärts schauende, vordere Lungenrand V R, V R auf dem Präparat lateralwärts umgelegt worden ist, so dass jederseits die mediale Lungenwand dem Beschauer entgegensieht.

In der ventralen Mittellinie ist vorne bei S noch der Kehlsack zu erkennen und dahinter liegt die Schilddrüse (Th). Weiter rückwärts folgt der von dem Herz abgeschnittene Truncus arteriosus (T. ar), aus welchem die Arteria carotis (Ca) die beiden Aortenwurzeln (A o) und als hinterstes Paar die Lungenarterien (A p) entspringen. Letztere ziehen parallel mit dem N. vagus (N. vag) neben der Trachea (T) nach rückwärts, schieben sich dann zwischen diese und die mediale Lungenwand ein und zerfallen endlich an der vorderen Circumferenz des Bronchus jederseits in zwei grosse Gefässstämme, welche jenen ventral- und dorsalwärts gabelig umgreifen. Der ventrale Längsstamm (A p^1) verläuft anfangs ganz oberflächlich am medialen Lungenrand, durchsetzt

aber bald, nemlich von dem mit † bezeichneten Punkte an, das eine der obengenannten Septa und gelangt dadurch auf die äussere Lungenfläche, wo er sich noch eine grosse Strecke nach rückwärts verfolgen lässt († †).

Der dorsal am Bronchus vorbeiziehende Ast ($A\,p^2$) wendet sich sofort zum hinteren (dorsalen) Lungenrand und zieht in Gemeinschaft mit dem N. vagus an diesem weit nach hinten. Schon hoch oben, dicht hinter dem Bronchus, giebt er einige starke Zweige ab, welche sich der Lungenspitze zuwenden. Sie sind, um die Verhältnisse nicht noch mehr zu compliciren, auf der Fig. 14 nicht eingezeichnet.

Was nun die Vena pulmonalis (Vp) anbelangt, so entsteht sie in jeder Lunge mit zwei grossen Längsstämmen, welche in ihrer Ausdehnung und Anordnung mit den oben beschriebenen Hauptbahnen der Arteria pulmonalis vollkommen übereinstimmen. Dem an der äusseren Lungenfläche hinabziehenden Aste der letztgenannten Arterie entspricht ein auf der medialen Lungenfläche hinaufziehender Stamm der Lungenvene ($V\,p^3$) und ebenso wird der mit $A\,p^2$ bezeichnete Ast der Arteria pulmonalis von einem grossen Längsstamm der Vena pulmonalis ($V\,p^4$) in seinem Laufe repetirt. Für die einzelnen Verhältnisse des letzteren gilt genau das, was ich oben von dem praebronchialen Aste der Lungenarterie erwähnt habe d. h. er liegt anfangs auf der medialen Lungenfläche, wenn auch sehr weit dorsalwärts gerückt, durchsetzt dann von dem Punkte * an ebenfalls eines der Lungensepta und zieht endlich bei * auf der dorsalen Lungenfläche nahe dem dorsalen Rande des Organs nach hinten.

Beide Hauptstämme der Lungenvene vereinigen sich jederseits an der Eintrittsstelle des Bronchus, d. h. an der medialen Lungenwand, zu einem gemeinsamen Stamme, welcher nach Aufnahme eines dritten, aus dem vorderen Bezirke des Organs stammenden Aste ($V\,p^2$), auf der ventralen Seite des Bronchus aufwärts und zugleich medianwärts zieht, bis er endlich mit seinem Gegenstück ($V\,p^1$) genau am Theilungswinkel der Trachea zusammentrifft. Der so entstandene mächtige Gefässstamm (Vp) steigt unter Abgabe von zwei Paaren transverseller Zweige (1, 2) empor zum linken Vorhofe des Herzens.

So handelt es sich also sowohl bei der Lungenarterie, als bei der Lungenvene um zwei grosse, in der Längsachse des Organs verlaufende, nach allen Seiten hin Zweige abgebende Bahnen und diese erzeugen, wie früher schon angedeutet, eben jene in's Lungencavum einspringenden Scheidewände. Jeder arterielle Längs-

stamm stellt dabei mit seinem venösen Gegenstück gewissermaassen den Rahmen vor, von dem in querer Anordnung die Septalmaschen, wie ein feines Filigranwerk, abgehen und letzteres selbst stellt nichts anderes dar, als die Summe zahlreicher Queranastomosen zwischen beiden Gefässsystemen. Dass jene hinten ungleich weitere Maschen erzeugen, als im vorderen Lungenbezirk, habe ich oben schon erwähnt, und ein Blick auf die Figur 11, 12 und 14 beweist sofort, dass das dichte, schwammige vordere Drittel oder Viertel der Lunge durch überreiche Vascularisation in physiologischer Beziehung eine ungleich grössere Rolle zu spielen berufen ist, als die weiter rückwärts liegenden Partieen, auf welchen die Gefässmaschen immer mehr verzogen und weiter erscheinen. Zugleich wird das Volum der Blutbahnen immer geringer, allein die letzten Spuren lassen sich bis in die später zu beschreibenden Blindsäcke hinein verfolgen. Dass auf den Figuren 11 und 12 nur ein unregelmässiges Gefässnetz und nicht jene Längsstämme sichtbar sind, beruht darauf, dass letztere, wie oben bemerkt, auf der medialen, dorsalen, und lateralen Lungenfläche angeordnet und diese auf den vorliegenden Präparaten, welche die Organe in ihrer natürlichen Lage zeigen, nicht sichtbar sind.

Was endlich die äussere Configuration der Lunge betrifft, so zeigt sie, worauf ja auch schon frühere Autoren hingewiesen haben, insofern ein eigenthümliches Verhalten, als man eine Hauptmasse und eine grössere Anzahl von Neben- oder Anhangsgebilden unterscheiden kann.

Letztere erscheinen als wurst- oder auch als glockenförmige Schläuche, beziehungsweise Blasen, welche übrigens nur vom ventralen und hinteren (d. h. caudalwärts gerichteten) Lungenrand ausgehen und sich ganz so, wie die Luftsäcke der Vögel, in die zwischen den übrigen Eingeweiden des Coeloms befindlichen Interstitien einbohren (Fig. 11). Sie beginnen dementsprechend in der Regel am ventralen Lungenrand erst etwa vor, seltener hinter der Mitte der Hauptmasse des Organs; während die pralle Ausfüllung des vorderen Brustraumes von Seiten der Leber, des Herzens und Vorderdarmes ihrer Entwicklung an jener Stelle eine natürliche Grenze setzt. Nach Form, Grösse und Zahl unterliegen sie den allermannigfachsten Schwankungen und es lässt sich hierüber kein bestimmtes Gesetz aufstellen. Dies gilt sowohl für verschiedene Individuen, als auch für Rechts und Links in einem und demselben Exemplar. Nur Eines lässt sich darüber mit Sicherheit aussagen,

nämlich das, dass sie am ventralen Lungenrand, wo sie oft ganze Serien von fransenartigen Anhängen darstellen, nie zu so starker Entwicklung gelangen, wie am Hinterrand, wo eine grössere Ausbreitungsmöglichkeit vorhanden ist und wo die gesammte Hauptmasse der Lunge in der Regel in zwei bis drei grosse, an ihrem Ende häufig zipfelartig sich spaltende Beutel zerschlissen erscheint. Diese erstrecken sich nach hinten in's äusserste Ende der Bauchhöhle bis zur Cloake, d. h. sogar noch bis in die Schwanzwurzel hinein. Hier sind sie durch zarte fibröse Fäden an die Körperwand fixirt und dies gilt auch für die meisten der übrigen Blindsäcke. Durch diese Anheftungen an die innere Bauchwand, welche bei jugendlichen Exemplaren von 4—5 Centimeter Rumpflänge noch nicht existiren, werden sie in ihrer Lage gesichert, was beim Inspirationsact sowie bei der Aufblähung des Körpers, wovon gleich weiter die Rede sein wird, in Anbetracht der wechselnden Volumsverhältnisse des Tractus intestinalis, von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist.

Was die praeparatorische Darstellung der Lungenblindsäcke betrifft, so empfiehlt es sich, dieselben, bevor man Messer und Pincette zur Hand nimmt, von der Stimmritze aus aufzublasen und dann den Hals mit einem Bindfaden zu umschnüren. Dann öffne man vorsichtig den Leibesraum von der ventralen Mittellinie aus, verzichte weiterhin aber auf jegliche Anwendung eines Messers, weil eine solche so gut wie identisch wäre mit einer Verletzung der ausserordentlich zarten Sackwände. Aus demselben Grunde gelangt man auch nie durch Injection erstarrender Masse zum Ziele, auch wenn man vom Spritzendruck ganz absieht und den Farbstoff nur durch einen in die Trachea eingebundene Canüle einlaufen lässt. Stets kommt es zur Ruptur und man sieht sich deshalb ganz auf die oben erwähnte Methode der Luftfüllung angewiesen. Ist diese vollständig geglückt, so drängen sich die Blindsäcke nach Eröffnung des Bauchraumes allerorts hervor und liegen als weisse, silberglänzende Schlangen und Blasen zwischen den schwarz und dunkelbraun pigmentirten Darmschlingen zerstreut.

Zur Lösung ihrer Verbindungen mit der Leibeswand und — was ich nachträglich noch bemerke — auch mit diesen und jenen Bauchcingeweiden, wie z. B. mit dem Mastdarm und den Nieren, bedient man sich am besten eines stumpfen Instrumentes, wie z. B. eines schmalen Skalpellstieles, denn nur so ist man gegen eine Eröffnung des Sacklumens geschützt.

Am Uebergang des dorsalen Randes in die seitliche und mediale Wand sind die Lungen durch die Pleura, von der sie in ihrer ganzen Ausdehnung überzogen werden, neben der Wirbelsäule, beziehungsweise neben der Aorta, befestigt und erhalten an eben dieser Stelle, ähnlich wie die Vogellunge, Eindrücke von den Rippen. Nicht minder fest adhäriren die ventralen Lungenränder an dem Herzbeutel, der Vena cava inferior und dem seitlichen Leberrand. Die mediale Lungenfläche ist ausserordentlich fest mit dem Schlund und dem Magen verwachsen.

In der ventralen Mittellinie der Leber und weiter nach hinten entlang der grossen Abdominalvene (Fig. 11. Ven), welche an der Innenfläche der vorderen Bauchwand emporzieht, entspringt eine sagittal angeordnete Bauchfellduplicatur, die den ganzen ventralen Bezirk des Coeloms in zwei grosse Abtheilungen, eine rechte und eine linke zerfällt. Dadurch wird es der Lunge jeder Seite, auch wenn sie noch so sehr aufgebläht sein sollte, unmöglich, mit ihren Blindsäcken die Mittellinie zu überschreiten.

Was die histologische Grundlage des ganzen Lungengewebes betrifft, so handelt es sich, wie F. E. Schulze (l. c.) richtig bemerkt, bei den Chamäleoniden wie bei allen übrigen Sauriern, sowie bei Amphibien und Schildkröten, um ein von feinen, elastischen Fasernetzen durchzogenes fibrilläres Bindegewebe, das im Innern einen Belag von polygonalen Plattenepithelien besitzt.

Was die Entwicklung jener sonderbaren, blindsackartigen Auswüchse der Lunge betrifft, so ist, meines Wissens, hierüber bis jetzt nichts bekannt und auch mir fehlte leider das nöthige Material, um jene Frage mit genügender Sicherheit beantworten zu können. Gleichwohl aber will ich nicht unerwähnt lassen, dass jene Auswüchse um so schwieriger aufzublasen waren, in einem je jüngerem Altersstadium das betreffende Individuum sich gerade befand; ja ich kann mit Sicherheit behaupten, dass bei Exemplaren von 3—4 Centim. Rumpflänge die hintersten Lungenblindsäcke noch vollkommen solid und somit überhaupt nicht aufblasbar waren. Demnach wäre also anzunehmen, dass es sich dabei erst um eine secundäre Aushöhlung derselben handelt; allein zur endgiltigen Lösung des interessanten Problems sind ungleich jüngere Entwicklungsstadien erforderlich, als sie mir zu Gebote standen.

Was endlich die physiologische Bedeutung jener Blindsäcke anbelangt, so kann es meiner Meinung nach nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, dass sie zu einer grösseren Volumsentfaltung der ganzen

Lunge dienen und zwar zum Zwecke einer in dorso-ventraler Richtung erfolgenden Vergrösserung des Rumpfes. In der Möglichkeit, den Körper in genannter Weise aufzublähen, liegt ein Schreckmittel, wie dies aus den früher schon namhaft gemachten Beobachtungen Joh. von Fischer's zur Genüge hervorgeht.

So liest man z. B. auf pag. 41 seines Aufatzes: „Wird es (sc. das Chamäleon) dagegen gereizt, sei es durch ein anderes Reptil, z. B. durch einen in seine Nähe kommenden Gongylus. Plestiodon etc., so bläht es sich stark auf, indem es im Gegensatz zu anderen Thieren in die Höhe an Dimensionen zunimmt, und von beiden Seiten abgeplattet erscheint und nicht dicker, als ein Messerrücken wird. Es kann sich so aufblähen, dass die Lungengegend im Körper als ein durchscheinender Fleck sichtbar wird."

Interessant ist, dass dieses Schreckmittel noch wesentlich dadurch verstärkt wird, dass im Moment des Affektes stets auch eine Veränderung der Färbung eintritt und dass, wie bereits früher erwähnt, auch ein Zischen, beziehungsweise ein knurrender Ton ausgestossen wird.

Ich bin weit entfernt, damit eine Erklärung für die erste Entstehung jener Blindsäcke und für die eigenartige Lungenstructur der Chamäleoniden überhaupt geben zu wollen. Jene erscheint vielmehr noch ganz dunkel und man muss sich vorerst mit der Thatsache begnügen, dass die Lunge gewisser Reptilien (auch gewisse Chelonier und Ascalaboten gehören hieher) die Fähigkeit besitzt, Auswüchse zu erzeugen und dass sich jene Fähigkeit vom Reptilienstamm aus auf die Vögel nicht nur vererbt, sondern dass sie sich hier in ganz bestimmter Richtung weiter entwickelt hat.

Wenn es sich nun auch hier seitens der Luftsäcke wesentlich um andere physiologische Gesichtspunkte handelt, so ist doch nicht zu vergessen, dass mittelst derselben auch bei Vögeln eine Aufblähung des Körpers, beziehungsweise der Haut vorkommt. Nach Strasser wäre dies, auf Grundlage der anatomischen Verhältnisse, denkbar bei Sula und nach Verreaux soll eine Aufblähung im Zorn beim Pelikan thatsächlich beobachtet worden sein, allein man muss diese Nachrichten doch mit Vorsicht aufnehmen, da es sich leicht um Täuschungen handeln kann. Ich erinnere nur z. B. an den Truthahn, wo es sich, nach einer mündlichen Mittheilung Strasser's

stets nur um eine excessive Wirkung der Arrectores pili handelt, während eine Theilnahme seitens des Luftsacksystems gänzlich auszuschliessen ist. Ganz anders verhält es sich mit dem Hirtenvogel, Chauna chavaria (Paraguay), welcher mittelst der zwischen die Musculatur und unter die Haut dringenden Luftsäcke sich so schreckhaft aufzublähen im Stande ist, dass er als Schutzmittel für das Geflügel gegen Raubvögel in Hühnerhöfen gehalten wird*).

Darin läge also eine vollständige Parallele mit den Chamäleoniden und ich zweifle nicht, dass sich bei genauerer Untersuchung noch weitere derartige Beispiele in der Reihe der Vögel finden liessen.

Freiburg, im November 1885.

*) Ich verdanke diese Notiz ebenfalls meinem Collegen Strasser.

Zur Notiz.

Schon vor längerer Zeit hat Herr Dr. A. Ziegler in Freiburg i. B. eine Serie von Wachsmodellen über die Entwicklung des menschlichen Herzens hergestellt. Denselben lagen die in den Ecker'schen „Erläuterungstafeln zum Studium der Physiologie und Entwicklungsgeschichte" abgebildeten Präparate zu Grunde, z. Th. auch fussten sie auf den Bischoff'schen Arbeiten über die Entwicklung des Hundes und Kaninchens.

Alle diese Modelle erwiesen sich als recht brauchbar und hatten sich demgemäss der allgemeinsten Anerkennung zu erfreuen, allein es existirten doch da und dort gewisse Lücken und nicht überall entsprachen sie den wirklichen Verhältnissen.

Diese Mängel beruhten auf der zur damaligen Zeit noch viel unvollkommneren Technik in der Herstellung anatomischer und embryologischer Präparate, wie namentlich in der Unmöglichkeit, durch Combination von Schnittserien ein körperliches Präparat zu construiren. Dies ist nun bekanntlich im letzten Decenium anders geworden und die kürzlich in III. Lieferung erschienene Arbeit von Prof. His über die „Anatomie menschlicher Embryonen" erfüllt alle Ansprüche, wie sie an eine erschöpfende Darstellung der verwickelten Kreislaufsverhältnisse, wie vor allem an diejenige des Centralapparates, gestellt werden

Herr Dr. A. Ziegler hat nun im Anschluss an das His'sche Werk und genau nach den von His selbst angefertigten Originalmodellen eine neue, aus 12 Nummern bestehende Serie von Wachspraeparaten über die Entwicklungsverhältnisse des menschlichen Herzens hergestellt und dadurch aufs Neue seine unerreichte Meisterschaft auf technischem Gebiete bewiesen. — Ich stehe daher nicht an, die Ziegler'schen Modelle den Fachgenossen aufs Wärmste zu empfehlen und ihnen die Verbreitung zu wünschen, die sie wirklich verdienen.

Freiburg i. B., im November 1885.

R. Wiedersheim.

Tafel-Erklärung.

Tafel II. III.

WIEDERSHEIM, Chamaeleoniden.

Allgemeine Bestimmungen.

T Trachea.
tr^1—tr^3 Erster bis dritter Trachealring.
Bro Bronchus.
S Kehlsack.
Th. Glandula thyreoidea.
cr Cartilago cricoidea.
cr^1 Vom Ringknorpel ausgehende, die Luftröhre nach Art eines Trachealknorpels umspannende Spange.
H Häutige Fontanelle zwischen letzterer und der übrigen Masse des Ringknorpels.
P Processus anterior des Ringknorpels.
vvf Ventraler Fortsatz des Ringknorpels.
ms Mesenterialfalte desselben innerhalb des Kehlsackes.
hvf Ventral gerichteter Fortsatz des ersten Trachealknorpels tr^1.
ms^1 Mesenterialfalte des letzteren.
ar Cartilago arytaenoidea.
ML Muskelleiste derselben.
di Musculus dilatator.
co „ constrictor.
B^1 Erster Bronchialbogen.
BH Basihyale.

Tafel II.

Fig. 1. Hals von Chamaeleo monachus, von der Ventralseite her präparirt. SR Schnittrand der Haut, St Mm. sternohyoidei durchgeschnitten und nach vorne umgeschlagen, M zweite Muskelschicht, Mr M. retractor linguae in contrahirtem Zustande, BH Basihyale, welches nach Entfernung der Ringmuskelschicht Rm sichtbar geworden ist, Ca A. carotis
Fig. 2. Visceralskelet, Hy Hyoid.
Fig. 3. Kehlkopf von der Ventralseite nach Entfernung des Kehlsackes.
Fig. 4. Die Giessbeckenknorpel von der Dorsalseite.
Fig. 6. Kehlkopf, Kehlsack und Trachea (vorderer Abschnitt) von der rechten Seite. Der Kehlsack ist durchsichtig dargestellt.

Fig. 6. Dasselbe Präparat von der Dorsalseite.
† Ursprungspunct des M. constrictor.
* Häutige Fontanelle in der dorsalen Mittellinie des Ringknorpels.

Fig. 7. Kehlkopfgerüste und der vordere Abschnitt der Trachea von der linken Seite, nach Entfernung des Kehlsackes und der Muskulatur.

Fig. 8. Der Kehlsack von der Seite her geöffnet. ** Schnittränder desselben. Im Innern erscheinen die Knorpel an ihren Mesenterien befestigt.

Fig. 9. Stimmlade nach Abtragung ihrer dorsalen Wand. ** Schnittrand des Ringknorpels und der Trachealwand. Die beiden Seitentheile mit den durch die Pfeile angedeuteten Buchten und den Stimmbändern SB sind auseinander gebogen.
† Eingang in den Kehlsack. L von der ventralen Seite des Ringknorpels einspringende Leiste, welche sich nach vorne in den Fortsatz P verlängert.

Fig. 10. Ende des Bronchialskeletes. tr letzter eigentlicher Trachealring, ††† geweihartig sich verästelnder Knorpel.

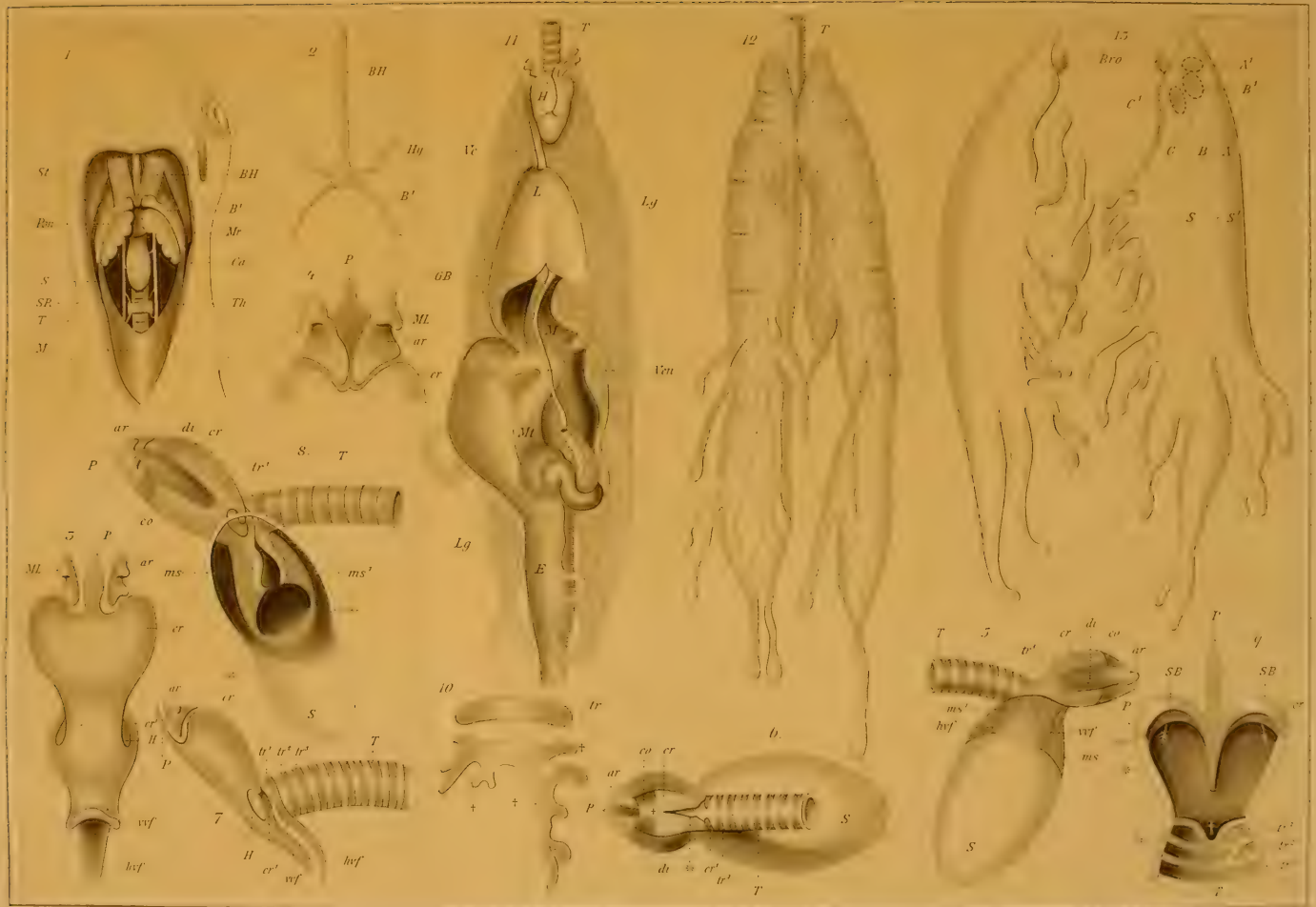
Fig. 11. Situs viscerum von Chamaeleo vulgaris von der Ventralseite. H Herz, Vc die aus der Leber L emporsteigende Vena cava inferior, GB Gallenblase, Lg Lunge, M Magen, Mt Mitteldarm, E Enddarm, Ven Abdominalvene, in der Nähe des Pankreas abgeschnitten.

Fig. 12. Die beiden Lungen von Chamaeleo monachus in natürlicher Lage und mässig stark mit Luft gefüllt, so dass die Blindsäcke nicht prall gefüllt sind.

Fig. 13. Die beiden Lungen von Chamaeleo vulgaris in ihren Umrissen skizzirt. Das Gefässnetz ist nicht eingezeichnet. A, B, C die drei durch zwei Scheidewände S, S^1 erzeugten, intrapulmonalen Räume. A^1, B^1, C^1 Zugänge zu denselben.

Tafel III.

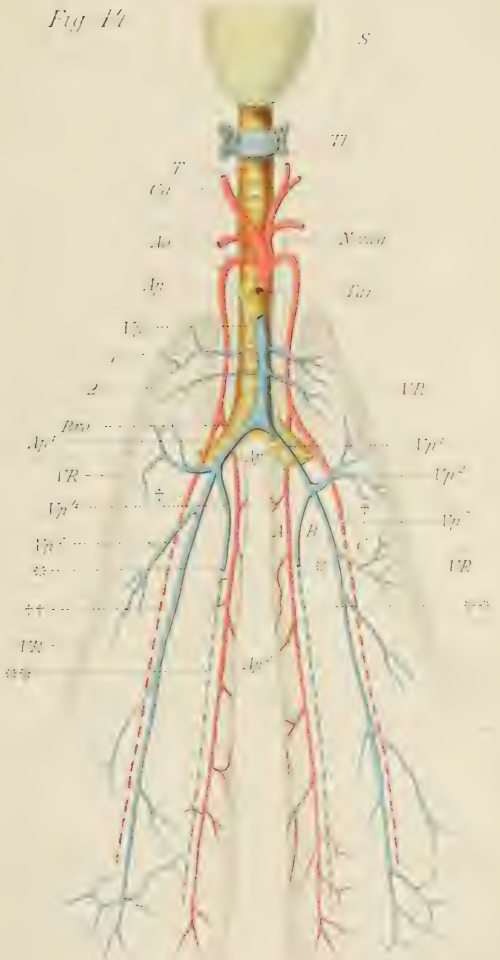
Fig. 14. Die Gefässe des Lungenkreislaufes in ihren Hauptbahnen injicirt.
T. ar Truncus arteriosus.
Ao Arcus (Radix-) Aortae.
Ca A. carotis.
Ap A. pulmonalis.
Ap^1, Ap^2 Die Hauptäste derselben.
† Stelle, wo Ap^1 auf die laterale Lungenfläche übertritt.
†† Weiterer Verlauf dieses Gefässes.
Vp V. pulmonalis communis.
Vp^1 V. pulmonalis dextra und sinistra.
Vp^2 Der querziehende Ast der V. pulmonalis dextra und sinistra.
Vp^3, Vp^4 Die zwei Hauptstämme der V. pulmonalis dextra und sinistra.
* Stelle, wo Vp^4 auf die dorsale und laterale Seite der Lunge übertritt.
** Weiterer Verlauf dieses Gefässes.
1, 2 Queräste der Vena pulmonalis communis.
VR, VR Ventraler Lungenrand nach aussen umgeschlagen.
A, B, C Die drei abgekammerten Räume im vorderen Lungenabschnitt
N. vag. Nervus vagus.



Zu Wiedersheim. Chamäleoniden. Berichte 1886. Heft 3.

Verl. d. Akadem. Verlagsbuchh. v. J. C. B. Mohr [illegible]

Fig 14



Verl. v. J. C. B. Mohr. Freiburg i. B.

Beiträge zur Kenntniss

des

Carpus und Tarsus der Amphibien, Reptilien und Säuger*)

von

Gustav Kehrer

in Freiburg i. B.

C. Gegenbaur (9) gebührt das grosse Verdienst, durch seine im Jahre 1864 publicierten Untersuchungen über das Hand- und Fusswurzelskelet der Vertebraten nicht nur das bis dahin vorhandene wissenschaftliche Material zum ersten Male in übersichtlicher Weise zusammengestellt, sondern auch den Weg zu dessen Verständniss in klarer Weise vorgezeichnet zu haben.

Dazu waren, trotz der bedeutenden Vorarbeiten Cuvier's, Owen's, Dugès', Meckel's und Anderer zahlreiche neue Untersuchungen nöthig, und vor allem mussten, was von den Vorgängern fasst ganz ausser Acht gelassen worden war, auch embryonale Verhältnisse in Berücksichtigung gezogen werden.

Die daraus sich ergebenden Resultate wurden dann in Parallele gestellt mit der Stammesgeschichte und so, von niederen zu höheren Formen aufsteigend, ein Ausgangspunkt geschaffen für eine wissenschaftliche Beurtheilung der Frage, ob die bei höheren Wirbelthieren gegebenen Verhältnisse aus niederen Formen ableitbar wären.

Es galt also, die dem Hand- und Fusswurzelskelet aller Vertebraten zu Grunde liegende einheitliche Idee festzustellen und die zahlreichen, bei den einzelnen Abtheilungen sich ergebenden Modificationen zu beleuchten und in ihrem Zustandekommen zu erklären.

*) Die in den Text eingefügten Zahlen beziehen sich auf die am Schlusse dieses Aufsatzes in übersichtlicher Weise zusammengestellten Litteraturquellen.

Dieses hat GEGENBAUR in bewundernswerther Weise erreicht und auf's Ueberzeugendste nachgewiesen, dass bei einer Beurtheilung der in Frage stehenden Skeletabschnitte der ganzen Wirbelthierreihe von den primitiven Verhältnissen der geschwänzten Amphibien ausgegangen werden müsse.

Entsprechend den zwischen Hand und Fuss von jeher angenommenen homologen Beziehungen gelang es für den Aufbau des Carpus und des Tarsus eine und dieselbe Grundform nachzuweisen.

Hier wie dort stossen an die beiden Vorderarm-, beziehungsweise Unterschenkelknochen je drei Knochen-, beziehungsweise Knorpelelemente, welche die erste Carpus- (und Tarsus-) Reihe bilden, und als radiale (tibiale), intermedium (intermedium) und ulnare (fibulare) bezeichnet werden.

In der distalen Carpal-(Tarsal-)Reihe begegnen wir einer den anstossenden Mittelhand-(Mittelfuss-)Knochen im Allgemeinen entsprechenden Zahl von vier, beziehungsweise von fünf Elementen, die GEGENBAUR mit dem Namen der carpalia (tarsalia) sensu strictori belegte.

Beide Reihen zusammen formieren in vielen Fällen eine Art von Kranzform und das Centrum derselben wird eingenommen von einem Skeletstück, welches GEGENBAUR als centrale bezeichnet.

Da und dort finden sich in dem GEGENBAUR'schen Werke noch Andeutungen weiterer Carpal- und Tarsalstücke, die am innern, beziehungsweise äussern Rande gelegen, auch schon von CUVIER gesehen und als „Os hors de rang" bezeichnet worden waren.

GEGENBAUR lässt sich darüber folgendermassen vernehmen: „Da der Knochen den Amphibien abgeht, erst bei den Reptilien und zwar in inconstanter Lagerung auftritt und weder zum Vorderarm noch zu den Knochen des Metacarpus, wie zu denen des Carpus bestimmte Beziehungen besitzt, möchte ich ihn nicht bloss als „ausserhalb der Reihe" liegend, sondern als ein dem Carpus fremdes Stück ansehen, welches allerdings dem Pisiforme der Säugetiere entspricht. Durch letzteren Umstand wird aber das os accessorium carpi der Schildkröten noch lange nicht zu einem typischen Carpusstücke, vielmehr ist umgekehrt daraus zu schliessen, dass eben das Pisiforme der Säugetiere (und natürlich auch des Menschen) kein dem Carpus angehöriger Knochen ist, wozu ihm die traditionelle Anatomie gestempelt. Dass man ihn an der menschlichen Hand als ein der Sehne des Flexor carpi ulnaris eingefügtes Sesambein auffassen

kann, ist bekannt und bestätigt nur die aus der Vergleichung gewonnene Anschauung.

Ich habe obige Bemerkungen Gegenbaur's desshalb in extenso wieder geben zu müssen geglaubt, weil die darin behandelten „ausser der Reihe" stehenden Hand- und Fusswurzelstücke im Laufe der Zeit und zwar zum grossen Theile von Gegenbaur selbst, eine wesentlich andere Auffassung erfuhren, und weil auch gerade die vorliegende Arbeit den Zweck verfolgt, einige Beiträge zu ihrer nähern Kenntniss zu liefern. Ich werde jedoch erst später darauf eingehen können, nachdem ich zuvor die auf die Gegenbaur'schen Untersuchungen folgenden Arbeiten der letzten zwanzig Jahre einer kurzen Betrachtung unterzogen haben werde.

I. Amphibien.

Was zunächst das Os centrale betrifft, welches Gegenbaur damals noch für ein einheitliches Skeletelement erklärte, so wurde dessen ursprüngliche Doppelnatur zuerst von J. Hyrtl (13) bei Cryptobranchus japonicus und bei Menopoma dargethan und dieser Befund fand dann von Seiten G. Born's (7) und R. Wiedersheim's (15 u. 16) Bestätigung. Während nun aber der erstgenannte Autor die doppelte Anlage des betreffenden Knochens (Knorpels) als eine constante auffassen zu müssen glaubte, wiesen Wiedersheim und Born auf dessen unbeständiges Vorkommen hin und Born fügte noch die Bemerkung bei, dass hier in einem einzigen Individuum der Vorgang illustriert werde, der in der Phylogenese des ganzen Stammes vorgegangen sei, nämlich die Verschmelzung zweier centralia zu einem.

Da Wiedersheim seine Untersuchungen an einem ausgewachsenen, 75 cm langen **Riesensalamander** angestellt hat, so musste es von Interesse sein, seine Resultate an jugendlichen Stadien des genannten Thieres nachzuprüfen. Ich hatte zu dem Ende Gelegenheit, ein, von E. Bälz, Professor an der Universität Tokio, stammendes, wohlerhaltenes Exemplar von 25 cm Kopf-Schwanzlänge zu untersuchen und bin dabei zu folgenden Resultaten gelangt. Carpus und Tarsus sind rein knorpelig und beide unterscheiden sich von der auf Grund der Gegenbaur'schen Untersuchungen früher aufgestellten Urform in nichts Wesentlichem, denn hier wie dort handelt es sich, rechts wie links um ein einziges, grosses centrale (Fig. 1, 2, c.). Wie die Hand sämmtlicher Urodelen, so besitzt auch die des Cryptobranchus nur vier Finger, während der Fuss mit fünf Zehen aus-

gestattet ist. Was aber sehr bemerkenswert ist und später noch eine genauere Berücksichtigung finden wird, das ist ein kleines, am innern (radialen) Hand- und innern (tibialen) Fussrand gelegenes Knorpelstückchen (Fig. 1, 2, †, †).

Der Befund eines jederseits nur einfachen centrale giebt somit einen weiteren Beweis dafür ab, dass die Doppelnatur desselben bei Cryptobranchus bereits im Schwinden begriffen ist.

Um so merkwürdiger erscheint deshalb die von R. WIEDERSHEIM (15) festgestellte Thatsache, dass sich bei einer Reihe asiatischer (ostsibirischer) Salamandrinen ein doppeltes centrale nicht allein im Tarsus, sondern auch im Carpus dauernd erhalten hat.

Ich hatte Gelegenheit, die von WIEDERSHEIM gemachten Befunde an jüngern Altersstadien derselben Salamandrinen nachzuprüfen und lasse deren Schilderung hiemit folgen.

Im Gegensatz zu den von WIEDERSHEIM untersuchten Exemplaren von **Ranodon sibiricus** waren im vorliegenden Falle sämmtliche Carpal- und Tarsalelemente noch vollkommen knorpelig. Im Carpus liegen acht Stücke, während WIEDERSHEIM deren neun abbildet. Wie aus Fig. 3 zu ersehen ist, beruht die Minderzahl im vorliegenden Falle auf einer theilweisen Verwachsung des radiale und carpale 1 (r, 1). Diese beiden Elemente liegen — und dies gilt, wie aus den übrigen Figuren zu ersehen ist, auch für das Hand- und Fussskelet aller übrigen Urodelen — in der direkten Axenverlängerung des Radius einer- und des I. Metacarpus andererseits; alle vier zusammen bilden somit im GEGENBAUR'schen Sinne einen einzigen, ununterbrochenen „Strahl".

Während nun dieser Strahl aus einer einfachen Kette hintereinander liegender Elemente besteht, theilt sich die Ulnaraxe bei allen Urodelen — und dies tritt besonders typisch auch bei den Spelerpesarten hervor — in einen Doppelstrahl, wovon der eine, radialwärts, liegende, durch das intermedium, centrale, centrale 1, carpale 2 und den II. Metacarpus, der zweite ulnarwärts liegende durch das ulnare, carpale 4, carpale 3 und den III. Metacarpus dargestellt wird.

Am fibularen Rand des Tarsus beschrieb WIEDERSHEIM zwei, bis dahin neue Elemente, wovon das eine im Bereich der proximalen, das zweite in dem der distalen Tarsalreihe angeordnet war. Das letzgenannte habe auch ich wieder aufgefunden, während ich des ersteren trotz aller darauf verwandten Mühe nicht ansichtig werden konnte. Es scheint somit, dass es sich auch hier um in-

constante Verhältnisse handelt, welche darauf hinweisen, dass das betreffende Stück bei Ranodon sibiricus bereits auf den Aussterbeétat gesetzt erscheint.

Von etwa auf der innern Hand- und Fusswurzelreihe auftretenden, „ausser der Reihe" liegenden Knorpelstückchen (vergl. Cryptobranchus) vermochte ich bei dem in Frage stehenden Urodelen nichts nachzuweisen, und damit stimmen auch die Wiedersheim'schen Untersuchungen vollkommen überein.

Aus einer Vergleichung der Wiedersheim'schen und meiner Bilder ergiebt sich, dass das distale Ende von Radius und Ulna im Laufe der späteren Entwickelung eine starke Formänderung erfährt, und dass es sich speciell beim Radius um eine Verbreiterung und um das Auswachsen eines mächtigen Kammes handelt, der wohl als Muskelleiste zu deuten ist. (Vergl. Wiedersheim (15) Tafel XXIX, Fig. 2.)

Was die Verhältnisse im Carpus und Tarsus von **Isodactylium Schrenckii** betrifft (Fig. 5 u. 6), so ist die Verknöcherung in dem von der Ulna und der Fibula ausgehenden Doppelstrahl schon bedeutend vorgeschritten, während der einfache radiale (tibiale) Strahl noch rein hyalin knorpelig ist. Dies beweist wieder die von Gegenbaur vor Jahren schon betonte Praevalenz des ulnaren Strahles gegenüber dem radialen. Offenbar handelt es sich beim Zustandekommen eines ulnarwärts (fibularwärts) Platz greifenden Ossificationsprocesses um mechanische Einflüsse, wobei äussere Bedingungen höchst wahrscheinlich eine grosse Rolle zu spielen berufen sind. Ich will damit sagen, dass bei der Art und Weise der Fortbewegung, d. h. also bei der Abhebelung des Körpers von der Unterlage, die Druck- und Stützverhältnisse sich auf der ulnaren (fibularen) Seite ungleich früher bemerkbar machen werden, als auf der entgegengesetzten.

Wie der Name schon sagt, zeichnet sich Isodactylium — und dahin gehört bekanntlich noch eine ganze Reihe anderer Urodelen — durch den Besitz einer gleichen Finger- und Zehenzahl aus, insofern an der Hand wie am Fuss je nur vier Strahlen zu bemerken sind.

Wiedersheim hat auf Grund seiner Studien den Satz aussprechen zu können geglaubt, dass es bei allen dahin gehörenden Urodelenformen nicht sowohl die erste (Gegenbaur), sondern die fünfte Zehe sei, welche im Lauf der Stammesentwickelung verloren gegangen sein müsse.

Ein Blick auf die Fig. 6 dieses Aufsatzes bestätigt dies nicht nur, sondern beweist auch, dass bei Isodactylium Schrenckii

am innern (tibialen) Tarsalrand noch zwei weitere Elemente auftreten (Fig. 6 †, †), welche später noch genauere Berücksichtigung finden sollen.

Für jetzt sei nur soviel darüber bemerkt, dass sie den Metatarsus I, der sonst überall mit dem zugehörigen tarsale [1] (Fig. 6, 2, 1) in Gelenkverbindung zu stehen pflegt, davon abdrängen, wodurch dann tarsale [2] zum Träger des I. und II. Metatarsus wird. Metatarsus III steht, wie überall, in Berührung mit dem tarsale [3] und dasselbe gilt für Metatarsus IV bezüglich seiner Verbindung mit dem tarsale [4].

Bemerkenswerth ist, dass der im tarsale [4] liegende Ossificationspunkt distalwärts eine nierenförmige Einbuchtung zeigt, was auf einen secundären Zerfall des betreffenden Tarsalelementes in zwei Abschnitte hinweist.

Fibularwärts davon liegt im Winkel zwischen ihm und dem anstossenden fibulare ein Knorpel, der auf der Fig. 6 mit * bezeichnet ist; er entspricht offenbar dem verloren gegangenen fünften (beziehungsweise sechsten) Finger.

Bezüglich des constanten Vorkommens dieses doppelten centrale im Carpus und Tarsus der oben betrachteten ostsibirischen Molche habe ich den WIEDERSHEIM'schen Untersuchungen nichts beizufügen. Wohl aber möchte ich hier an dieser Stelle noch einmal daran erinnern, dass es WIEDERSHEIM (17) vor einer Reihe von Jahren schon gelungen ist, auch bei Siredon pisciformis ein, wenn auch nicht constantes, so doch häufig vorkommendes doppeltes centrale im Carpus wie im Tarsus nachzuweisen. Dass dies in seltenen Fällen auch bei andern Urodelen zur Beobachtung kommt, hat derselbe Autor (18) an Salamandrina perspicillata und an Tritonen, wo hie und da sogar ein dreifaches centrale auftritt, dargethan. So fand er, dass die unter normalen Verhältnissen in der Siebenzahl vorhandenen carpalia des Brillensalamanders in einem Falle beiderseitig auf zehn erhöht waren.

Eigene darauf gerichtete Untersuchungen an Menobranchus lateralis (junges Exemplar, 20 cm. Länge), Siren lacertina, Proteus, Amphiuma, Spelerpes fuscus, Salamandrina maculata und atra, sowie endlich bei Amblystoma punctatum, führten insofern zu einem negativen Resultate, als stets beiderseits nur ein einfaches centrale nachzuweisen war. Von dem letztgenannten Molche sei aber noch erwähnt, dass ich hier am fibularen Rande des Tarsus ein zwischen tarsale [5] und das daran stossende fibulare eingeklemmtes, „ausser der Reihe" liegendes Knorpelelement

zu entdecken vermochte. Hievon findet sich bei allen den übrigen genannten (dahin gehört auch der Axolotl) keine Spur, und ebensowenig handelt es sich am tibialen, beziehungsweise radialen Rande um ähnliche Gebilde.

Was schliesslich die von Götte (10) veröffentlichten Untersuchungen über das Hand- und Fussskelet der Urodelen betrifft, so finden sich hierin bezüglich des os centrale und der „ausser der Reihe" liegenden Hand- und Fusswurzelgelenke keine wesentlichen Ergänzungen der übrigen Autoren. Dasselbe gilt auch für die Arbeiten von C. K. Hoffmann (12).

II. Reptilien.

Von dieser Abtheilung habe ich eine Reihe von Sauriern untersucht, nämlich Acanthodactylus Cansorei, Calotes versicolor, Ptyodactylus Hasselquisti, Euneces pavimentatus, Diplodactylus Riebeckii und Pristurus insignis.

Bei allen diesen ergaben sich den bekannten Verhältnissen von Lacerta gegenüber entweder gar keine, oder doch nur so unbedeutende Abweichungen, dass dieselben nur insoweit vielleicht Erwähnung verdienen, als es mir bei einigen derselben, wie z. B. bei Acanthodactylus Cansorei und Calotes versicolor gelungen ist, ein allerdings minimales os intermedium nachzuweisen. Ueberall fand sich aber am ulnaren Rande ein kleines „ausserhalb der Reihe" stehendes Stück, und das möchte ich besonders für die Ascalaboten, von welchen ich auch noch andere Species untersucht habe, betonen, weil hierüber meines Wissens in der Litteratur bis jetzt nur einmal [Wiedersheim (19)] die Rede war.

Von besonderem Interesse war mir die Untersuchung von Hatteria punctata, wovon mir zwei wohlerhaltene, junge Exemplare von 30—34 cm. Kopf-Schwanzlänge zur Untersuchung vorlagen. Ich hatte so Gelegenheit, die früheren Befunde von A. Günther (11), F. Bayer (6) und G. Baur (2) nachzuprüfen, und bin im Stande, in einzelnen Punkten verbessernd und ergänzend einzugreifen.

Der Carpus setzt sich im Ganzen aus elf Stücken zusammen, wobei ich ein auf der ulnaren Seite liegendes Element mitzähle. Dasselbe entspricht jenen Gebilden, die ich bis daher als „ausser der Reihe" liegende bezeichnet habe, ein Ausdruck, der nirgends weniger am Platze wäre, als hier, da dieses Stück nicht nur mit der Ulna, sondern auch mit dem Metacarpus V in direkter Gelenkverbindung steht (Fig. 7, *). Ausser diesem Stück artikulieren noch

zwei weitere stattliche Knochen mit dem distalen Ende der Ulna, welches dadurch wie von einem knöchernen Halbring umschlossen ist (Fig. 7, u, i), diese sind ein ulnare und ein intermedium.

Die betreffende Schilderung BAYER's, BAUR's und GÜNTHER's ist in diesem Punkte vollkommen zutreffend, dagegen muss ich GÜNTHER widersprechen, wenn er den Radius mit zwei Knochen in Gelenkverbindung treten lässt, er artikuliert vielmehr stets nur mit dem im vorliegenden Falle knorpelig gebliebenen, scheibenförmigen radiale (Fig. 7, r). In der zweiten Reihe liegen fünf kleine, mit den entsprechenden Metacarpen gelenkig verbundene carpalia (s. Fig. 7, 1—5); das erste und das fünfte wurden im vorliegenden Falle allein noch knorpelig getroffen. Letzteres war übrigens allseitig frei und nicht mit dem zugehörigen fünften Metacarpus verschmolzen, wie dies BAYER beschreibt. Zwischen beide Carpalreihen eingesprengt liegen zwei Knochen von sehr verschiedener Grösse. Der eine davon, der weitaus kleinere (Fig. 7, c) stösst an das intermedium, das ulnare und das carpale 4; nach der radialen Seite zu folgt der zweite, weitaus grössere Knochen. Dieser stellt eine breite, mit seiner Längsaxe quer zum Carpus liegende Platte dar (Fig. 7, c^1) und wird vom radiale, carpale $^{1-3}$ und dem vorher schon genannten, mit c bezeichneten Stück ringartig umschlossen. Dass diese beiden Stücke c u. c^1 einem doppelten centrale im Sinne der Urodelen entsprechen, hat BAYER vollkommen richtig erkannt und daraus auch bezüglich der phylogenetischen Stellung dieses hochinteressanten Carpus die richtigen Schlüsse gezogen. Wie so Vieles in der Organisation dieses erst durch A. GÜNTHER näher bekannt gewordenen uralten Sauriers an die anatomischen Verhältnisse untergegangener Reptiliengeschlechter einer-, sowie an die Verhältnisse der Urodelen andererseits erinnert, so gilt dies auch ganz besonders für den Carpus. Dahin gehört nicht allein die Doppelnatur der centralia, sondern auch das für Saurier ungewöhnlich gross entwickelte intermedium, sowie das Articulationsverhältniss des sogenannten os pisiforme. Unerklärlich ist mir in den Abbildungen BAYER's der am ulnaren Carpal- und fibularen Tarsalrand liegende tiefe Einschnitt geblieben, da ich hievon bei den vorliegenden Präparaten keine Spur zu entdecken vermochte. Ich kann mir das Zustandekommen desselben nicht anders erklären, als dass BAYER die Mittelhand, beziehungsweise den Mittelfuss bei der Abbildung stark auf die Seite gebogen hat. Die Beschreibung BAUR's stimmt mit derjenigen BAYER's, die jenem aber offenbar unbekannt

geblieben ist, im wesentlichen überein, dagegen kann ich ihm nicht beipflichten, wenn er c^1 mit Metacarpus I in Gelenkverbindung treten lässt; es wird vielmehr, wie oben schon angedeutet, durch das carpale 1 davon ausgeschlossen. Ob Baur junge oder alte Exemplare zur Untersuchung vorgelegen haben, ist aus seiner Schilderung nicht zu entnehmen, jedenfalls aber gehören die Bayer'schen Thiere jüngeren Altersstufen an, als die meinigen, da der gesammte Carpus mit Ausnahme des intermedium, ulnare und carpale 4 noch als ganz knorpelig geschildert wird.

Die Zahl und Anordnung der Fingerglieder ist von Bayer ganz richtig angegeben, und das gilt auch, was ich im voraus schon bemerken will, für den Fuss, so dass ich von einer Beschreibung füglich absehen kann.

Was nun den Tarsus anbelangt, so besteht er nach der Schilderung Günther's, Bayer's und Baur's in der ersten Reihe aus zwei starken Knochen, dem sogenannten Calcaneus und Astragalus; beide waren bei den Bayer'schen Präparaten durch eine enge Naht von einander getrennt. Bei dem mir vorliegenden Präparat war die Verschmelzung bereits eine vollkommene, so dass es sich also nur, wie dies bei den Sauriern die allgemeine Regel bildet, um ein einziges grosses, proximales Tarsalstück handelt (Fig. 8, i, c, t, f).

Spuren einer früheren Trennung liessen sich noch deutlich erkennen, und es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass es sich dabei um die Verschmelzung eines intermediums, centrale, fibulare und tibiale handelt. Die beiden letztgenannten waren überdies noch durch starke Knorpelapophysen am fibularen und tibialen Tarsalrand angedeutet. In der zweiten Tarsalreihe liegen vier wohlgetrennte einzelne Stücke und keineswegs nur zwei, wie Günther und Bayer angeben, oder drei, wie Baur behauptet. Nur eines davon und zugleich das grösste und stärkste Stück ist ossificiert (Fig. 8, 4 + 5), und dieses kann, da es mit Metatarsus IV und V in Gelenkverbindung steht, nur dem os cuboides des Säugethiertarsus entsprechen, ist also phylogenetisch aus einer Verschmelzung zweier ursprünglich getrennter Stücke hervorgegangen (vergl. den Tarsus der Urodelen).

Metatarsus III und II stehen je mit einem, im vorliegenden Falle knorpelig gebliebenen tarsale $^{3u.2}$ in Verbindung, und dies gilt auch für Metatarsus I, allein dieses Stück, welches von allen drei oben genannten Autoren übersehen worden zu sein scheint, besitzt eine ganz eigenthümliche Configuration, wie sie mir sonst nirgends im Tarsus der von mir untersuchten Wirbelthiere begegnet ist.

Es handelt sich nämlich um eine halbringförmige Knorpelspange, welche mit ihrer einen Hälfte plantar-, mit ihrer andern aber dorsalwärts zu liegen kommt. Dieser Halbring umgreift somit, und zwar zu einer ausserordentlich schlanken Spange ausgezogen, den tibialen Tarsalrand, was zur Folge hat, dass die kegelförmige Basis des Metatarsus I proximalwärts wie von einem Knorpelgürtel umschlossen erscheint (Fig. 8, 1).

Tarsale $^{1,2 u. 3}$ sind durch ausserordentlich starke, fächerartig angeordnete Bandmassen an der distalen Fläche des in der ersten Tarsalreihe liegenden Knochencomplexes angeheftet, wie dies auch bei andern Sauriern (z. B. Iguana) beobachtet wird. Ob in dem eben genannten Knochencomplexe der ersten Tarsalreihe ein oder vielleicht auch noch ein zweites centrale mitenthalten ist, liess sich an den vorliegenden Präparaten nicht feststellen.

Was nun die Chelonier betrifft, so hat hier Hand- und Fusswurzelskelet von Seiten GEGENBAUR's, HOFFMANN's und WIEDERSHEIM's eine so genaue Beschreibung erfahren, dass ich nichts wesentliches hinzuzufügen habe. Gleichwohl aber will ich nicht unterlassen, noch einmal darauf aufmerksam zu machen, dass sich in dem, im Allgemeinen an die Urodelen sich anschliessenden Carpus der verschiedensten Chelonier*) sowohl am ulnaren, als radialen Rand „ausser der Reihe" liegende Gebilde nachweisen lassen (Fig. 9 u. 10, †, *). Ich werde später noch darauf zurückkommen.

III. Säugetiere.

Was die Säugetiere betrifft, so habe ich hier nur den Carpus eines mit Placenta versehenen Affenembryos von 12 cm. Kopf-Steisslänge untersucht, dessen nähere Bestimmung aber zweifelhaft geblieben ist. Er war im Kataloge als Orangembryo (?) bezeichnet.

Der Bau des noch ganz knorpeligen Carpus stimmt im Allgemeinen mit dem des Menschen überein, allein das centrale, welches sich in dorso-volarer Richtung um den Kopf des carpale ^{3} (os capitatum) herumbiegt (Fig. 11, c), ist viel stärker entwickelt, als dies je in einer Foetalperiode des Menschen beobachtet wird.

Das „ausser der Reihe" am ulnaren Rand liegende Stück (Fig. 11, *) ist gut entwickelt. Es artikuliert mit der volarwärts abgeschrägten distalen Apophyse der Ulna, beziehungsweise mit

*) G. BAUR's Behauptung, dass unter allen bis jetzt bekannten Schildkröten nur bei Chelonia der Rest eines „tibialen Fingers" sich fände, beruht, wie mich meine Untersuchungen lehrten, auf einem Irrtum.

ihrem Processus styloideus und steht andererseits mit dem ulnare in Gelenkverbindung. Alles dies lässt sich viel besser übersehen, wenn man den Carpus im Profil, von der ulnaren Seite her betrachtet (Fig. 12, U, *, u). Man wird dabei sofort gewahr, dass das mit * bezeichnete Stück, fast wie ein Meniscus, keilartig zwischen Ulna und ulnare eingeschlossen ist.

Am radialen Carpalrande finden sich zwei „ausser der Reihe" liegende, kleine Knorpelchen, ein proximales und ein distales (Fig. 11, †, ††). Beide sind eingebettet in einen Bindegewebsstrang, der sie zugleich auch an den radialen Carpalrand befestigt.

Das proximale Stückchen (†) liegt einwärts vom radiale, das distale einwärts vom carpale[1]; jenes gehört also in den Bereich der ersten, dieses in denjenigen der zweiten Handwurzelreihe.

Dieser Befund veranlasst mich, zum Schlusse noch auf alle diejenigen Stücke des Carpus und Tarsus der von mir untersuchten Wirbelthiere im Allgemeinen, die ich bisher stets nur mit dem von Cuvier entlehnten Namen „Os hors de rang", d. h. als ausser der Reihe liegend, bezeichnet habe, näher einzugehen.

Es ist dies um so mehr angezeigt, als neuerdings von Bardeleben (1) und Baur (2) die Behauptung aufgestellt worden ist, dass sowohl die Hand als der Fuss der Säugethiere auf ihrer Innenseite, d. h. also am radialen, beziehungsweise tibialen Rand ursprünglich einen weiteren „Strahl", einen „Praepollex" und einen „Praehallux" besessen habe.

Jene Behauptung stützt sich auf die Untersuchungsresultate an einer sehr grossen, fast auf alle Hauptgruppen der Säuger sich erstreckenden Zahl von Thieren, und auch ich vermochte, wie ich soeben gezeigt habe, an einem Affenembryo für jene Befunde einen weitern Beitrag zu liefern.

Es musste nun aber von grösstem Interesse sein, zu untersuchen, ob sich auch bei unterhalb der Säugetiere stehenden Vertebraten, wie vor Allem bei Amphibien und Reptilien Spuren eines „Praepollex" und „Praehallux" würden nachweisen lassen, oder ob dieselben etwa secundäre, erst in der Reihe der Mammalia gemachte Erwerbungen darstellen.

Dies festzustellen war das Hauptziel des vorliegenden Aufsatzes, und aus diesem Grunde hielt ich es auch für angezeigt, die von Andern schon untersuchten, niedern Urodelen noch einmal einer Controlle zu unterwerfen. Es lag ja nahe, anzunehmen, dass den früher genannten Autoren besonders an der radialen und tibialen

Seite von Hand und Fuss jene kleinen Knorpelspuren entgangen waren.

Dies wäre auch um so mehr zu entschuldigen, da gerade in dieser Gegend, nach dem damaligen Stand der Wissenschaft, Niemand etwas derartiges vermuthen konnte.

Hierauf musste also ein ganz besonderes Augenmerk gerichtet werden, und ich will nun meine eigenen Befunde in dieser Beziehung noch einmal kurz zusammenfassen.

IV. Rückblick und Reflexionen.

Wir begegnen bei Cryptobranchus japonicus sowohl am radialen Carpal-, als am tibialen Tarsalrand einem kleinen Knorpelchen. Während nun aber das betreffende Gebilde der Handwurzel einwärts von carpale [1] zu liegen und sogar noch mit dem radiale in Berührung kommt, sehen wir es am Tarsus nach vorne vom tarsale [1] gerückt, so dass es vielleicht hier dem Metatarsus eines „Praehallux" gleich zu erachten ist (Fig. 1, 2, †, †).

Spuren dieses verloren gegangenen „Praepollex" und „Praehallux" haben sich sogar auch noch äusserlich am Fusse, in Form eines gelblichen, horrigen Hauthöckers (Fig. 13 u. 14 Tub.) erhalten. Dasselbe gilt auch für die Ulnarseite des Fusses von Ranodon (Fig. 15 Tub.). Von besonderem Interesse ist in dieser Beziehung der Tarsus von Isodactylium Schrenckii, wo sich der Praehallux sogar in Form zweier am tibialen Rande gelegener Stückchen bemerklich macht, so dass er hier nicht schon so lange verloren gegangen zu sein scheint, wie bei Cryptobranchus (Fig 6, †, †).

Dies sind die mir allein bekannt gewordenen Spuren eines Praehallux, bezw. Praepollex bei geschwänzten Amphibien, und sie werden hier zum ersten Male beschrieben.

Was die Anuren betrifft, so zeigen sie nach den Untersuchungen von G. BORN (8) in der Erhaltung eines Praehallux viel deutlichere Spuren, als die Urodelen. Denn es kommt bei einer ganzen Reihe derselben (Bufo variabilis und calamita, Rana esculenta und temporaria, Hyla arborea, Bombinator igneus, Pelobates fuscus und Phryne vulgaris) nicht etwa nur zur Anlage eines einzigen Elementes im Praepollex, sondern letzterer besteht bei all den genannten mindestens aus drei, ja sogar häufig aus vier, und sogar aus fünf Stücken; d. h. es handelt sich dabei nicht allein um die betreffenden Tarsalstücke, sondern auch um den

zugehörigen Metatarsus und die Phalangen. Es weist dieses Verhalten darauf hin, dass wir die Anuren von einer ungleich älteren Gruppe der Urodelen abzuleiten haben, als sie durch die heutigen Vertreter des Molchgeschlechtes repräsentiert wird. Leider sind hievon von palaeontologischer Seite bis jetzt keine Spuren nachgewiesen, denn die ältesten Formen der geschwänzten Amphibien aus der Kohle und der Dyas sind im Bau ihres Hand- und Fussskeletes nach dem fünfstrahligen Typus entwickelt. So bleibt nichts anderes übrig, als auf die Enaliosaurier zurückzugreifen und eine Ausgangsform zu substituiren, die mit dem vielstrahligen Flossenskelet von Ichtyosaurus in Uebereinstimmung gestanden haben muss.

Was die Reptilien anbelangt, so sind bis jetzt (vergl. Fig. 9 u. 10 †, †) Spuren eines „Praepollex" hier nur bei Cheloniern, jedoch in ziemlicher Verbreitung nach den verschiedenen Gruppen nachgewiesen, eine Thatsache, die ebenfalls auf das hohe Alter dieses Reptiliengeschlechtes hinweist, und die von Gegenbaur schon vor mehr als zwanzig Jahren betonte Uebereinstimmung des Handskelets der Schildkröten mit dem der geschwänzten Amphibien als vollkommen berechtigt erscheinen lässt.

Dass auch die Säugetiere sowohl am Hand- wie am Fussskelet deutliche Spuren jener Gebilde bewahrt haben, ja dass dieselben hier, sei es nur in embryonaler Zeit, oder das ganze Leben hindurch (abgesehen von den Anuren), sogar deutlicher ausgeprägt sind, als bei niedern Wirbelthierformen, muss unsere Verwunderung erregen.

Zur Erklärung dieses Verhaltens muss man annehmen, dass das Gliedmassenskelett der Mammalia, wie dies Bardeleben mit Recht hervorhebt, an noch niederere Formen angeschlossen werden muss, als an das der heutigen Urodelen. Diese Forderung müsste als eine um so berechtigtere anerkannt werden, wenn es sich auf Grund von neuen Untersuchungen, herausstellen sollte, dass der von Bardeleben kürzlich beschriebene Zerfall der Carpal- und Tarsal elemente beim menschlichen Embryo in fünfzehn bis siebenzehn Stücke als ein ursprünglicher zu betrachten ist; mit andern Worten, wenn wir in der Ontogenese auch hierin eine Wiederholung der Stammesgeschichte erblicken dürfen.

Bei einer Beurtheilung eines derartigen Zerfalles ist aber, wie die Wiedersheim'schen Untersuchungen über den Axolotl gezeigt haben, die grösste Vorsicht geboten, da man immer im Auge behalten muss, dass secundäre Vorgänge hiebei eine grosse Rolle zu spielen im Stande sind.

Was schliesslich noch die durch die ganze Wirbelthierreihe hindurch verbreiteten Spuren eines, am ulnaren Hand- und tibialen Fussrande sich findenden Strahles betrifft, so sind dieselben schon längst in diesem Sinne gedeutet, und auch die vorliegenden Untersuchungen stützen, wie ich annehmen zu dürfen glaube, diese Auslegungen in nicht unbedeutendem Grade.

So hätten wir also bei der Beurtheilung des Hand- und Fussskeletes der Wirbeltiere künftighin nicht mehr von einer pentadactylen, sondern von einer **heptadactylen Urform** auszugehen, und von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, werden auch fürderhin die „überzähligen" Finger und Zehen, sofern sie am äussern oder innern Fuss- oder Handrand auftreten, nicht mehr ohne Weiteres als solche, sondern als atavistische Bildungen angesehen werden dürfen.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, Herrn Professor Dr. Wiedersheim für die freundliche Ueberlassung des im vorstehenden Aufsatze zur Verwendung gekommenen, zum Theil sehr werthvollen Thiermaterials, sowie für die gütige Unterstützung, die er mir bei Abfassung meiner Arbeit zu Theil werden liess, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Litteraturverzeichniss.

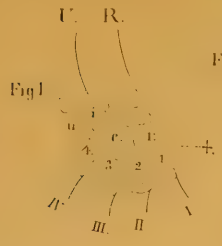
1. K. Bardeleben: Ueber neue Bestandtheile der Hand- und Fusswurzel der Säugetiere, sowie die normale Anlage von Rudimenten „überzähliger" Finger und Zehen beim Menschen. Jena'sche Zeitschr. für Naturwissensch. Bd. XIX. N. F. XII. (Vergl. auch die frühern, in ders. Zeitschrift publicirten und auf das gleiche Thema sich erstreckenden Arbeiten des Verfassers.)
2. G. Baur: Zur Morphologie des Carpus und Tarsus der Reptilien. Zool. Anz. Nr. 208. 1885.
3. Derselbe: Das Trapezium der Cameliden. Morphol. Jahrbuch. Bd. XI. 1885
4. Derselbe: Ueber das centrale carpi der Säugethiere. Morphol. Jahrbuch. Bd. X. 1885.
5. Derselbe: Zur Morphologie des Tarsus der Säugethiere. Ebendaselbst.
6. F. Bayer: Ueber dis Extremitäten einer jungen Hatteria. Sitz.-Ber. d. K. Acad. der Wissensch. (Wien.) Bd. XC. I. Abtheil. Oktob.-Heft 1884.
7. G. Born: Berichte der Naturforscher-Versammlung zu Graz 1875.
8. Derselbe: Die sechste Zehe der Anuren. Morphol. Jahrbuch. Bd. VI. 1876.
9. C. Gegenbaur: Untersuchungen zur vergl. Anatomie der Wirbeltiere. I. Heft. Carpus und Tarsus. Leipzig 1864.
10. A. Goette: Ueber Entwickelung und Regeneration des Gliedmassenskeletes der Molche. Leipzig 1879.
11. A. Günther: Contribution to the anatomy of Hatteria. Philos. Transact. of the Royal Society of London. Vol. 157, 1868.
12. C. K. Hoffmann: Beiträge zur vergl. Anatomie der Wirbelthiere. Niederländ. Archiv für Zoologie. Bd. IV. (Vergl. auch dessen Werk über Amphibien und Reptilien in Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs.
13. J. Hyrtl: Cryptobranchus jap., Schediasma anatomicum. Vindobonae 1865.
14. H. Lebouco: Rech. sur la morphol. du carpe chez les mammifères. Arch. de Biol. Tome V. 1884.
15. R. Wiedersheim: Die ältesten Formen des Carpus u. Tarsus der heutigen Amphibien. Morph. Jahrb. Bd. II. 1876.
16. Derselbe: Nachträgl. Bemerkungen dazu. Ebendaselbst.
17. Derselbe: Ueber die Vermehrung des Os centrale im Carpus u. Tarsus des Axolotls. Morph. Jahrb. Bd. VI. 1880.
18. Derselbe: Salamandrina perspicillata u. Geotriton fuscus. Annali del Museo civico di storia naturale. Genova 1875.
19. Derselbe: Lehrbuch der vergl. Anatomie der Wirbelthiere. Jena 1882—1883.

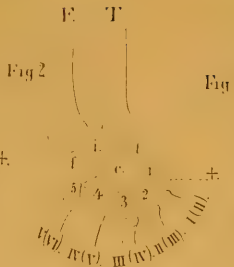
Tafel-Erklärung.

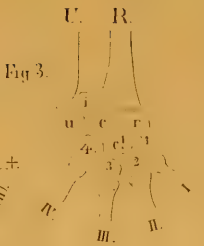
Allgemein giltige Bezeichnungen.

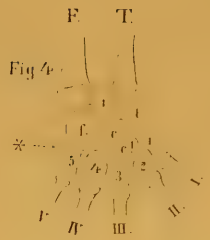
F Fibula,
R Radius,
T Tibia,
U Ulna,
c centrale (c, c[1] erstes, zweites centrale),
f fibulare,
i intermedium,
r radiale,
t tibiale,
u ulnare,
1—5 erstes bis fünftes Carpale beziehungsweise Tarsale,
I—VII erster bis siebenter Metacarpus beziehungsweise Metatarsus,
** Spuren eines ulnaren- (fibularen-),
†† Spuren eines radialen- (tibialen-) Fingers („Praepollex“ beziehungsweise „Praehallux“).

Fig. 1. Cryptobranchus japonicus, Rechter Carpus (dorsale Ansicht).
Fig. 2. Cryptobranchus japonicus, Rechter Tarsus (dorsale Ansicht).
Fig. 3. Ranodon sibiricus, Rechter Carpus (dorsale Ansicht).
Carpale [1] ist theilweise mit dem radiale verschmolzen.
Fig. 4. Ranodon sibiricus, Linker Tarsus (volare Ansicht).
Fig. 5. Isodactylium Schrenckii, Rechte Hand (volare Ansicht).
Die schraffirten Partieen im Carpus bedeuten die Ossificationspunkte.
Fig. 6. Isodactylium Schrenckii, Rechter Tarsus (dorsale Ansicht).
Das vierte und fünfte carpale sind zu einer Masse verschmolzen.
Fig. 7. Hatteria punctata, Rechte Hand (dorsale Ansicht).
Fig. 8. Hatteria punctata, Rechter Tarsus (dorsale Ansicht).
t, i, f, c (centrale [1]?) zu einer Masse verschmolzen).
Fig. 9. Emys europaea, Rechter Carpus (dorsale Ansicht).
Fig. 10. Testudo clausa, Rechter Carpus (dorsale Ansicht).
Fig. 11. Embryo eines anthropoiden (?) Affen, species? Rechter Carpus (dorsale Ansicht).
Viertes und fünftes Carpale sind zu einem Os uncinatum verschmolzen.
Lgt. Ligament zwischen Ulna und Radius. † Proximales-, †† distales Stück eines „Praepollex“.
Fig. 12. Handskelet desselben Embryos, im Profil von der ulnaren Seite aus gesehen.
Die hellen, nichtschraffirten Teile sind knorpelig. ph[1]—ph[3]: erste bis dritte Phalange.
Fig. 13. Cryptobranchus japonicus, Linke Land (volare Ansicht).
Ra radialer-, Ul ulnarer Rand. Tub. Hauthöcker.
Fig. 14. Cryptobranchus japonicus, Linker Fuss (volare Ansicht).
Fi fibularer-, Ti tibialer Rand. Tub. Hauthöcker.
Fig. 15. Ranodon sibiricus, Rechter Fuss (volare Ansicht).
Fi fibularer-, Ti tibialer Rand. Tub. Hauthöcker.


U. R.
Fig 1


F. T.
Fig 2


U. R.
Fig 3.


F. T.
Fig 4.

R. U.
Fig 5.

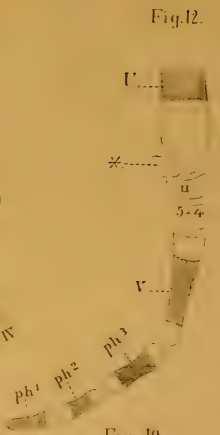


Fig.12.
U.
V.
ph 1
ph 2
ph 3

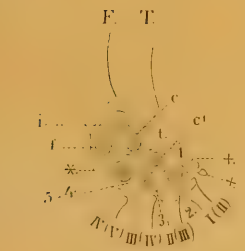


Fig.6.
F. T.

Fig. 7.
U. R.

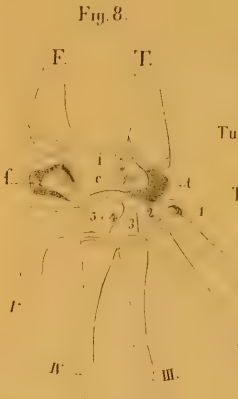


Fig. 8.
F. T.

Tub.
Fi.
T1
Fig. 14

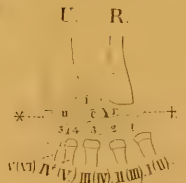


Fig 9
U. R.

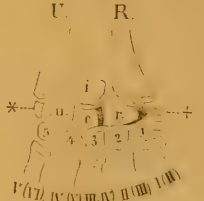
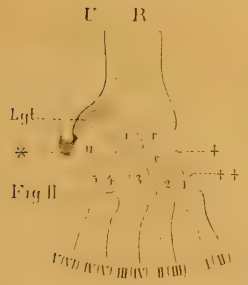


Fig 10.
U. R.


U R
Lgl.
Fig 11

Tub
Fi.
T1
Fig 15

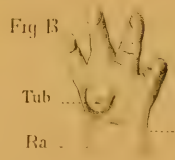


Fig 13
Tub.
T1
Ra.

Zur Annahme einer Continuität des Keimplasma's

von

Dr. August Weismann,

Professor in Freiburg.

Selten nur ist ein fruchtbarer Gedanke in der Wissenschaft aufgetaucht, ohne dass er nicht von einer Seite bekämpft, von andrer aber als bereits bekannt hingestellt worden wäre. Das Erstere ist gewiss vollkommen in der Ordnung, ja sogar nothwendig, denn erst aus dem Kampf der Meinungen kann die Wahrheit klar und bestimmt hervorgehen, aber auch dem Zweiten ist nicht alle Berechtigung abzusprechen, denn es geschieht wohl in der That nur selten, dass ein derartiger Gedanke ohne irgendwelche vor- oder nebenherlaufende ähnliche oder gleichgerichtete Bestrebungen zu Tage tritt, und es ist nur natürlich, dass die Urheber solcher Bestrebungen den Unterschied zwischen dem Streben nach dem Ziel und der Erreichung desselben übersehen.

Wenn ich nicht irre, befinden wir uns im Augenblick wieder inmitten eines solchen Processes und zwar in Bezug auf die Theorie von der „Continuität des Keimplasma's", wie sie von mir in einer Reihe von Schriften im Laufe der letzten drei Jahre zu entwickeln versucht wurde. Von mehreren Seiten wird dieser Gedanke — besonders in seiner Consequenz, der Nichtvererbung erworbener Eigenschaften — heftig bekämpft, von andren aber wird geltend gemacht, dass er schon längst bekannt, ausgesprochen, ja fast selbstverständlich sei, indem es blos einer Zusammenstellung gewisser Thatsachen bedürfe, um ihn ohne jede weitere Auslegung von selbst hervortreten zu lassen.

Nicht blos aus egoistischen Gründen, d. h. um mein Eigenthumsrecht zu wahren, sondern wesentlich auch deshalb, weil es zur

Klärung und zum Verständniss der ganzen Frage beitragen muss, will ich hier auf einen Anspruch der letzteren Art eingehen, der vor Kurzem zu Tage getreten ist.

Professor v. SACHS in Würzburg hat kürzlich einen Aufsatz über „Continuität der embryonalen Substanz" veröffentlicht*), veranlasst durch ein Referat**) über meine 1885 erschienene Schrift „die Continuität des Keimplasma's als Grundlage einer Theorie der Vererbung"; er meint, „es könne den Lesern des betr. Referates von einigem Interesse sein, auch die Bemerkungen kennen zu lernen," welche er „bereits drei Jahre früher in seinem Buche: „Vorlesungen über Pflanzenphysiologie" (Leipzig 1882) über die fundamentalen Erscheinungen der Fortpflanzung gemacht habe. In einem Buch von 991 Seiten würden solche Dinge leicht übersehen."

Auch ich habe jene „Bemerkungen" mit grossem Interesse gelesen; nicht jetzt erst, sondern schon vor mehreren Wochen, als mich das allmählige Durcharbeiten des vortrefflichen und für botanische Laien besonders werthvollen Buches von v. SACHS bis zu dessen 43. Kapitel hingeführt hatte, in welchem jene „Bemerkungen" enthalten sind. Leider war es damals um Vieles zu spät, um die v. SACHS'schen Bemerkungen für meine Theorie zu verwerthen, da auch meine letzte Schrift***) bereits in der Versendung begriffen war.

Um so lieber benutze ich jetzt die Gelegenheit, die Bedeutung der von v. SACHS geltend gemachten Thatsachen für meine Theorie von der „Continuität des Keimplasma's" und damit zugleich das Verhältniss der v. SACHS'schen Vorstellungen zu den meinigen klar zu legen. Der Grundgedanke ist auf beiden Seiten offenbar derselbe: das Gleichbleiben der Individuen in den aufeinander folgenden Generationen soll verständlich gemacht werden durch die Annahme eines direkten Zusammenhangs, also einer Identität der Keimsubstanz der einen Generation mit der der folgenden. v. SACHS glaubt diesen Zusammenhang direkt zu sehen, indem er die Substanz, aus welcher die Vegetationspunkte bestehen, für identisch hält mit der der befruchteten Eizelle. Da nun sämmtliche Vegetationspunkte einer Pflanze direkt auseinander hervorgehen und da andrerseits auch die Geschlechtszellen der Pflanze aus Vegetationspunkten hervor-

*) „Naturwissenschaftliche Rundschau", Nr. 5.

**) Ebendaselbst, Nr. 1.

***) „Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selektionstheorie". Jena 1886.

gehen, so ist also der Zusammenhang zwischen den Fortpflanzungszellen der beiden Generationen hergestellt. So scheint es.

Ich bekenne, dass ich im ersten Moment nach dem Lesen der v. Sachs'schen Darlegungen unter dem Eindruck stand, als läge hier eine der meinigen ganz ähnliche Vorstellung zu Grunde — schon der Name „Continuität des Keimplasma's" und „Continuität der embryonalen Substanz" klingt fast identisch — oder als wäre doch wenigstens durch die von v. Sachs geltend gemachten Thatsachen der Uebertragung meiner eigenen theoretischen Anschauungen auf die Pflanzenwelt wesentlich Vorschub geleistet. Genauere Ueberlegung zeigte aber bald, dass dies kaum der Fall ist; ja dass diese Hinweise nicht viel mehr bedeuten, als wenn man sagte: alle Zellen einer Pflanze stammen von der befruchteten Eizelle ab, auch die Fortpflanzungszellen — folglich besteht Continuität der Keimsubstanz. Es fragt sich eben, ob die blosse Aehnlichkeit zwischen dem Aussehen der Eizelle und dem der Vegetationspunkte schon ausreicht, um eine Identität ihrer Substanz zu erweisen, d. h. derjenigen Substanz, von welcher die weitere Entwicklung einer Zelle abhängt. Ich glaube, es lässt sich zeigen, dass es nicht ausreicht, ja noch mehr: dass diese vorausgesetzte Identität in Wirklichkeit nicht besteht.

Ich bin zwar keineswegs gesonnen, dem berühmten Botaniker auf botanischem Gebiete entgegenzutreten, aber es handelt sich hier um eine ganz allgemeine Frage, über die vom zoologischen Standpunkt aus ebensogut geurtheilt werden kann und muss, als vom botanischen.

Wenn v. Sachs sagt: „Der erste Vegetationspunkt der Keimpflanze sei „ein unmittelbarer Ueberrest von der Substanz der befruchteten Eizelle", so fragt es sich nur, ob diese von ihm als „embryonal" bezeichnete Substanz nicht inzwischen eine Veränderung durchgemacht hat. Sie sieht gleich aus — aber das beweist nichts; sie entsteht aus der Eizelle, allein dass der Embryo aus der befruchteten Eizelle hervorgegangen ist, beweist schwerlich die Identität seiner Substanz mit ihr. Der Embryo eines Huhns ist so wenig identisch, seiner Substanz nach, mit dem Ei, als das Huhn selbst, und mit dem Nachweis, dass diese drei Dinge nur Entwicklungsstadien von einander sind, ist noch nicht im geringsten bewiesen, dass auch nur ein einziger Theil des Hühnerembryo's gleich der Substanz des Eies ist. Grade darauf aber kommt es an, wenn eine Continuität der Keimsubstanz erschlossen werden soll.

Es lässt sich aber, auch ohne Botaniker zu sein, leicht zeigen, dass die Substanz der Vegetationspunkte unmöglich identisch sein kann mit der der befruchteten Eizelle. Wäre sie in der That ein Rest der Keimsubstanz, d. h. derjenigen Substanz, von deren Beschaffenheit es abhängt, dass die befruchtete Eizelle sich zu einem neuen Individuum entwickelt, so müssten alle Zellen des Vegetationspunktes Keimzellen sein, oder doch mindestens werden, sie müssten auch untereinander nicht blos gleich aussehen, sondern auch gleich sein; und das sind sie doch ebensowenig, denn aus der einen geht später ein Blatt, aus der andern ein Stengel, aus der dritten eine Blüthe hervor. Wenn also die Gleichheit der Keimsubstanz in den Keimzellen von Eltern und Kind auf Continuität beruht, dann muss dieselbe auf eine viel verborgenere Art zu Stande kommen, als durch die angenommene Gleichheit der Substanz, die „man direkt sieht"; man wird dann bei der Pflanze so gut, als bei den Thieren meine Hypothese von der Beimengung minimaler Mengen von Keimsubstanz zu der Substanz gewisser Körperzellen nicht entbehren können. Sobald man aber diese machen muss, ist es gleichgültig, ob die Zellen, welche Träger dieses unsichtbaren Keimplasma's sind, der Eizelle gleichen oder nicht.

Wenn wir irgend Etwas in der Fortpflanzungslehre mit Sicherheit behaupten dürfen, so ist es dieses, dass die Keimsubstanz (in dem angegebenen Sinne) nur einen sehr kleinen Theil der Masse der befruchteten Eizelle ausmacht, und es ist in meinen Augen eines der grössten Verdienste NÄGELI's dies klargelegt zu haben, indem er darauf hinwies, dass die gleiche Stärke der Vererbungstendenzen der beiden Eltern sich bei der ungeheuren Grössendifferenz von Samen und Eizelle nur dadurch verstehen lässt, dass man annimmt, auch die weibliche Keimzelle enthalte nur ein Minimum von Keimsubstanz, von wirklichem „Keimplasma", das andere aber sei Nährsubstanz oder „Nährplasma" *). PFLÜGER hat übrigens denselben Gedanken schon einige Jahre früher geäussert.

Daraus ergibt sich dann weiter der von mir gezogene Schluss, dass es sich bei der Befruchtung um eine Vermehrung der Keimsubstanz handle, und weiter, dass die männliche und weibliche Keimsubstanz im Wesentlichen gleich sei. Die letztere Ansicht theilt auch STRASBURGER.

*) „Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre." München und Leipzig 1884.

v. Sachs deutet nun freilich in seinen „Vorlesungen" die Thatsachen der Befruchtung ganz anders. Aus der enormen Grössendifferenz zwischen Eizelle und Spermatozoid schliesst er, dass es hier jedenfalls nicht auf „eine blosse Vermehrung der Substanz der Fortpflanzungszelle" ankomme. „Schon die verschiedene Gestalt der beiden Sexualzellen: eines Zoosperms oder Pollenkorns gegenüber der Eizelle" scheint ihm „mit Bestimmtheit darauf hinzuweisen, dass beide von verschiedener materieller Beschaffenheit sind". Das sind sie nun auch ganz gewiss; es fragt sich nur, ob diejenige „Substanz", welche die Samenzelle der Eizelle zuführt und welche Letztere zu ihrer „Weiterentwicklung" bedarf, nicht dennoch dasselbe, nur durch individuelle Merkmale verschiedene „Keimplasma" ist, welches auch als minimale Substanz im Innern der Eizelle angenommen werden muss. Ich glaube gezeigt zu haben*), dass dem allerdings so sein muss, und nicht nur die gleiche Vererbungsstärke von väterlicher und mütterlicher Seite sprechen dafür, sondern vor Allem auch die Erscheinungen der Parthenogenese. Gewiss ist es richtig, wenn v. Sachs schliesst, dass den meisten Eizellen durch die Befruchtung etwas Substantielles „zugeführt werde, was ihr bis dahin fehlte und dessen sie zu ihrer Weiterentwicklung bedarf". Aber es gibt eben auch Eizellen, die dessen nicht bedürfen und sich doch entwickeln, und es hilft uns nicht weiter, wenn v. Sachs diese parthenogenetischen Eizellen dahin erläutert, dass sie Alles „in sich selbst haben, was zur Entwicklung nöthig ist". Ohne Zweifel waren v. Sachs jene Fälle von thierischer Parthenogenese nicht gegenwärtig, in welchen ein und dasselbe Ei sich mit Befruchtung oder ohne solche entwickeln kann (Biene), und im ersteren Fall ein weibliches, im letzteren ein männliches Thier liefert. Hier liegt die Deutung nahe — besonders wenn man die übrigen Fälle von thierischer Parthenogenese hinzunimmt — dass die Substanz, welche der gewöhnlichen reifen Eizelle fehlt, um unbefruchtet in Entwicklung einzutreten, und welche normaler Weise von der Samenzelle geliefert wird, unter Umständen von der Eizelle selbst gebildet werden kann; mit andern Worten, dass eine Vermehrung der mütterlichen Keimsubstanz den Hinzutritt der väterlichen ersetzen kann. Es ist nicht meine Absicht, die andern Orts gegebene Beweisführung vollständig zu wiederholen; ich halte sie, wenn nicht für gradezu zwingend, so doch jedenfalls für nicht widerlegbar.

*) Siehe: „Continuität des Keimplasmas" p. 88 u. f.

Angenommen ihre Richtigkeit, so führt sie wieder zurück auf den NÄGELI'schen Satz, nach welchem die eigentliche Keimsubstanz der Eizelle nur ein ausserordentlich kleiner Theil von der Gesammtmasse der Eizelle sein kann, denn die ganze Samenzelle beträgt häufig nur den tausendsten Theil, oder noch viel weniger von der Eizelle, und v. SACHS betont selbst mit Recht, dass „jedenfalls nicht die ganze Masse eines Spermatozoids, noch viel weniger etwa die ganze Masse eines Pollenkorninhaltes den Titel der Befruchtungssubstanz beanspruchen darf". Wenn nun die Keimsubstanz in der Eizelle der in der Samenzelle enthaltenen an Werth gleich ist, so muss sie auch an Masse sehr klein sein.

Wenn dem nun aber so ist, wie sollten wir im Stande sein können, dieses Keimplasma „direkt zu sehen" und in andern Zellen als gleich oder verschieden wiederzuerkennen? Selbst wenn die auf den Entdeckungen von STRASBURGER, HERTWIG, VAN BENEDEN und Andern beruhende, auch von mir getheilte Ansicht richtig ist, nach welcher die Substanz des Kernfadens das „Keimplasma" enthält, so müssen wir doch die Hoffnung aufgeben, auf optischem Weg in seine Struktur einzudringen. Sobald aber die Keimzelle ihre specifischen Eigenschaften, vor Allem also ihre ganz bestimmt gerichtete Entwicklungstendenz einer specifischen minimalen Substanz verdankt, dann müssen auch alle Descendenten derselben ihre specifische Natur einer solchen minimalen Menge eines „bestimmenden" Plasma's verdanken, und zwar muss dieses verschieden sein von dem der Keimzelle, weil auch diese Zellen selbst verschieden sind in ihrer Leistungsfähigkeit von der Keimzelle. v. SACHS spricht von meiner „Ablehnung des NÄGELI'schen Idioplasma's". Hätte er meine Schrift selbst und nicht blos das Referat darüber gelesen, so würde er gefunden haben, dass ich den Begriff des NÄGELI'schen Idioplasma's mit Freuden annehme, wenn auch in bestimmter Weise modificirt. Ich nehme ihn an in dem Sinne, in welchem ich selbst schon vor NÄGELI das Wort „Keimplasma" gebraucht habe*), in dem Sinne, dass einer jeden Zelle eben jene der Masse nach geringe, der Bedeutung nach aber entscheidende Substanz zu Grunde liegt, durch deren Molekularstruktur die physische Beschaffenheit der betreffenden Zelle hauptsächlich und wesentlich bestimmt wird. Es ist aber, wie mir scheint, eine unvermeidliche Consequenz aus dieser Vorstellung, dass das Idio-

*) Siehe „Ueber die Vererbung" Jena 1883.

plasma verschiedenartiger Zellen ebenfalls verschiedenartig sein muss, mag man sich diese Verschiedenartigkeit vorstellen wie man will und kann. Das Idioplasma der befruchteten Keimzelle muss verschieden sein von demjenigen der beiden ersten Embryonalzellen, und dieses wieder muss sich irgendwie unterscheiden von dem der folgenden Zellengeneration. Auch wird es nicht allzu kühn sein, sich den Unterschied der Idioplasmen um so grösser zu denken, je grösser die Unterschiede zwischen den betreffenden Zellen sind. Wonach beurtheilen wir aber die Verschiedenheit von Zellen? Gewiss unter Anderm auch nach ihrem Aussehen, aber doch wahrlich nicht allein danach. Die zwei ersten Zellen des thierischen Embryo (die zwei ersten „Furchungskugeln") sind nicht selten ganz gleich von Aussehen und lassen sich auch von der befruchteten Eizelle nicht durch irgend einen wesentlichen und bestimmten Charakter unterscheiden. Dennoch ist keine von ihnen im Stande, für sich allein den ganzen Embryo hervorzubringen und aus der einen von ihnen gehen ganz andre Theile des Embryo hervor, als aus der andern, aus der einen das Ektoderm, aus der andern das Entoderm. Sie können also weder unter sich gleich sein, noch identisch mit der Eizelle.

Ich glaube andern Orts*) gezeigt zu haben, dass der Aufbau des Embryo's mit einer stufenweisen Veränderung des Idioplasma's einhergehen muss, so zwar, dass schliesslich der fertige Embryo aus einer grossen Menge verschiedenartiger Zellengruppen besteht, deren Verschiedenartigkeit eben auf der Verschiedenartigkeit ihres Idioplasma's beruht.

In vielen Fällen ist unter diesen Tausenden von Zellen nicht eine einzige, welche später zur Keimzelle wird, keine also, deren Idioplasma reines Keimplasma ist: die Keimzellen bilden sich vielmehr erst später, manchmal erst viel später. In solchen Fällen wird man also sicher nicht sagen können, die Substanz der Zellen, welche den Embryo bilden, sei gleich der Substanz der Keimzellen. Man kann es aber überhaupt in keinem Fall; die Zellen, welche den Körper, „das Soma" des Embryo zusammensetzen, müssen stets ein Idioplasma enthalten, welches von dem der Keimzelle weit verschieden ist, entsprechend ihrer von der der Keimzellen weit verschiedenen Natur. Bereits im Jahre 1881**) machte ich auf den fundamentalen Unterschied zwischen

*) „Continuität des Keimplasma's" p. 29 u. f., p. 45 u. f.

**) „Ueber die Dauer des Lebens". Ein Vortrag, gehalten auf der

den vergänglichen Körperzellen und den unsterblichen Keimzellen aufmerksam, und zwei Jahre später, kurz vor dem Erscheinen des NÄGELI'schen Buchs*) wurde meine Schrift „über die Vererbung“**) ausgegeben, in welcher der Gedanke von der Continuität des Keimplasma's auf Grund jenes ersten Gedankens, und gestützt auf die inzwischen an Hydroiden neu gewonnenen Thatsachen entwickelt wurde. Dort bereits zeigte ich, dass nur in ganz wenigen Fällen zwar die von mir angenommene Continuität des Keimplasma's direkt nachweisbar ist, nur dann nämlich, wenn die Keimzellen sich schon bei der ersten Theilung des befruchteten Eies von den somatischen Zellen absondern (Dipteren), dass aber in den meisten Fällen diese Trennung erst später geschieht, im Verlauf der Furchung, oder erst nach der Keimblätterbildung, oder noch später erst nach Anlage der Organe, oder erst in kommenden, auf ungeschlechtlichem Wege entstandenen Geschlechtern. Der Raum fehlt mir, um hier die Gründe darzulegen, welche mich bestimmten, trotz der in den meisten Fällen anscheinend unterbrochenen Continuität des Keimplasma's dennoch eine solche anzunehmen, und zwar derart, dass in allen Fällen unverändertes Keimplasma in minimaler Menge gewissen somatischen Zellenfolgen beigemengt sei, um dann später, nachdem es sich durch Wachsthum vermehrt hat, gewissermassen zur Herrschaft in den betreffenden Zellen zu gelangen und ihnen den Stempel von Keimzellen dadurch aufzudrücken. So entstehen z. B. beim Säugethier die Keimzellen aus den Zellen einer Epithelfalte, die schon durch Hunderte von Zellgenerationen von der befruchteten Eizelle entfernt, die also durch eine lange Reihe von Zellenstufen hindurchgegangen sind, deren herrschendes Idioplasma wesentlich verschieden von Keimplasma war. Aber es enthielt — so nehme ich an — ein Minimum von Keimplasma beigemengt und wenn dieses zur Herrschaft in der Zelle gelangt, wird die Zelle zur Keimzelle.

In meiner 1885 erschienenen Schrift, von welcher v. SACHS allein Kunde zu haben scheint, wenn auch keine direkte, sind diese Ansichten weiter entwickelt, schon früher aber hatte ich versucht, sie wenn auch nur zaghaft und vorsichtig (im Bewusstsein meiner unzulänglichen botanischen Kenntnisse) auch auf die pflanzlichen

Deutschen Naturforscher-Versammlung zu Salzburg am 21. Sept. 1881. Verhandl. der 54. Naturforscherversammlung 1881, u. Jena 1882.

*) „Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre“.

**) „Ueber die Vererbung“.

Organismen anzuwenden*). Eine Durchführung meiner Vorstellungen erschien dort fast schwieriger, als bei den Thieren. Der Weg von der befruchteten Eizelle, durch das Samenkorn bis zu den Blüthen eines grossen Baumes ist ein gar weiter, freilich am Ende nicht weiter, als von der befruchteten Eizelle eines Polypen durch den daraus sich entwickelnden ersten Polypen, den Begründer der Kolonie, zu dem durch Knospung entstehenden zweiten, dritten, vierten, bis Hundertsten und Tausendsten, und schliesslich bis in die vom Polypenstöckchen hervorsprossenden Medusenknospen, in deren Ektoderm sich dann erst die Keimzellen differenziren. Und grade die Polypen sind mit die wichtigste Stütze für meine Ansicht von dem verborgenen Zusammenhang des Keimplasma's der beiden aufeinanderfolgenden Generationen, wie Derjenige zugeben wird, der sich die Mühe gibt, das angezogene Selbstreferat im „biologischen Centralblatt" zu lesen, oder gar in die diesem zu Grunde liegende Monographie „über die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen"**) einzudringen und etwa deren allgemeinen Theil durchzulesen, eine Zumuthung, die freilich bei der Massenhaftigkeit der heutigen wissenschaftlichen Produktion fast unbescheiden aussehen kann. Dennoch ist es zu bedauern, wenn Solche, die sich diesen allgemeinen theoretischen Fragen ernstlich zuwenden, sich die Möglichkeit entgehen lassen, wichtige Thatsachen in ihrer ganzen Bedeutung auf sich einwirken zu lassen, wie es doch nur entweder durch eigne Arbeit oder durch das direkte Studium der Arbeit eines Andern geschehen kann. Dass indessen auch besseren Kennern des Pflanzenreichs, als ich es leider bin, dass auch hervorragenden Botanikern die Uebertragung meiner Continuitätstheorie auf das Pflanzenreich nicht so ganz selbstverständlich zu sein schien, wie sie es doch sein müsste, wenn die von v. Sachs geltend gemachten Thatsachen eine solche Continuität wirklich bewiesen, das zeigen am besten die Einwürfe, welche mir Strasburger***) machte. Er wies auf die zahlreichen Fälle hin, in welchen aus Blättern oder Wurzeln unter gewissen Umständen ganze Pflanzen hervorwachsen, die blühen und Keimzellen produciren; Blätter und Wurzeln lägen aber nicht

*) Siehe: „Biol. Centralblatt" Bd. IV, p. 12 „Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen", Selbstreferat 1885.

**) Mit Atlas von 24 Tafeln, Jena bei Gustav Fischer, 1883.

***) Strasburger „Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen als Grundlage einer Theorie der Zeugung". Jena 1884, p. 130 u. f.

auf dem normalen Weg von der elterlichen zur kindlichen Keimzelle, und man könne desshalb auch nicht einsehen, wieso Keimplasma irgendwelchen Zellen des Blattes oder der Wurzeln beigemengt sein sollte. Ich konnte darauf erwidern, dass doch bei Weitem nicht alle Blätter und alle Wurzeln diese Fähigkeit besässen, und dass somit der Annahme Nichts entgegenstünde, dass bei manchen Arten Blätter und Wurzeln speciell dem Zweck der Vermehrung angepasst seien, dass sie also in der That minimale Mengen unveränderten Keimplasma's enthielten. Ob STRASBURGER die betreffende Stelle aus v. SACHS' „Vorlesungen" kannte, weiss ich nicht, jedenfalls kannte er die dort geltend gemachten Thatsachen, scheint sie aber so wenig als ich, für einen zureichenden Grund für die Annahme einer Continuität der Keimsubstanz gehalten zu haben.

Eine Erleichterung für die Uebertragung meiner Continuitätstheorie auf das Pflanzenreich würde es immerhin sein, wenn in der That alle pflanzlichen Vegetationspunkte sich direkt von dem histologisch noch wenig oder nicht differenzirten Gewebe des Embryo's herleiteten. Sollte v. SACHS bei seiner Darlegung aber an jene von STRASBURGER mir entgegengehaltenen Fälle gedacht haben? Liegen wirklich in den Begonienblättern z. B. Vegetationspunkte, die sich vom Gewebe des Embryo direkt herleiten, oder entstehen dieselben nicht vielmehr erst neu, wenn das Blatt abgebrochen und auf feuchte Erde gelegt wird? Besteht also auch hier die Continuität der „sichtbaren embryonalen" Substanz? Für meine Theorie ist dies nicht entscheidend, denn wenn es auch — wie ich andern Orts zu zeigen suchte — wahrscheinlich ist, dass das Keimplasma vorzüglich jungen, noch nicht histologisch differenzirten Zellen beigemengt ist, um seinen Weg von einer zur andern Generation auszuführen, so sieht man doch auch kein theoretisches Hinderniss, warum es nicht unter Umständen auch Zellen von ausgeprägtem histologischem Charakter ja sogar allen Zellen der ganzen Pflanze beigemengt sein könnte. Das Letztere müsste z. B. für die Marchantieen (Lebermoose) angenommen werden, an welchen VÖCHTING kürzlich gezeigt hat*), „dass von jeder einzelnen vegetativen Zelle" eine Regeneration der ganzen Pflanze ausgehen kann.

Auch auf zoologischem Gebiete hat man die histologisch noch undifferenzirten Zellen im Körper der höchsten Thiere unter der Bezeichnung „embryonale" Zellen für die Entstehung der Keimzellen

*) Siehe: H. VÖCHTING „Ueber die Regeneration der Marchantieen". Pringsheim's Jahrbücher f. wiss. Botanik, Bd. XVI, Heft 3, Berlin 1885.

herbeiziehen wollen. So glaubte Valaoritis in einer an Beobachtungen und Gedanken reichen Schrift die Entstehung der Keimzellen bei den Wirbelthieren auf „weisse Blutzellen" zurückführen zu können. Aber ganz abgesehen davon, dass dieser und ähnliche Versuche mit den Thatsachen in Widerspruch treten, welche zeigen, dass dem nicht so ist, so würde doch auch unsere Einsicht in die Vererbung nicht im mindesten gefördert werden, wenn es sich wirklich so verhielte. Denn offenbar muss das Idioplasma solcher „embryonaler" Zellen weit verschieden sein von dem der Keimzelle, jedenfalls sehr viel stärker verschieden, als das der beiden ersten Furchungszellen, das, wie oben erwähnt, bereits weit auseinandergehende Entwicklungstendenzen enthält, folglich auch weit verschiedenes Idioplasma. Genau ebenso verhält es sich mit den Zellen der pflanzlichen Vegetationspunkte. Damit, dass man sie „embryonal" nennt, werden sie noch nicht zu Keimzellen, enthalten sie noch kein Keimplasma: es sind einfach junge Zellen, äusserlich vielleicht unter sich gleich, innerlich aber grundverschieden.

Ich glaube gezeigt zu haben, dass die „embryonale Substanz" von v. Sachs und mein „Keimplasma" nichts weniger als identisch sind, und damit ist wohl zugleich der Nachweis geführt, dass auch unsere Ansichten von einer Continuität dieser Substanz nicht dasselbe besagen können.

Deshalb soll aber nicht im Geringsten bestritten werden, dass v. Sachs' Ausführungen in anziehender und formell vollendeter Weise den ununterbrochnen Fluss des organischen und zwar speciell des pflanzlichen Lebens schildern, indem sie zeigen, von welchen Theilen der Pflanze die Neubildungen vorwiegend und immer wieder von Neuem ausgehen (a. a. O. p. 943).

Zur Lösung des Räthsels von der Vererbung scheint mir aber allerdings damit Nichts gewonnen zu sein, wie denn auch wohl Niemand in jener schönen und schwungvollen Stelle der v. Sachs'schen „Vorlesungen" etwa eine Theorie der Vererbung erblicken wird. Sagt doch v. Sachs selbst, jene Stelle enthalte „keine Theorie, noch weniger eine Hypothese", vielmehr nur „Thatsachen in möglichst einfacher Zusammenfassung". Inwiefern sich nun aus diesen „Thatsachen" allein, d. h. ohne Zuhülfenahme meiner Hypothese von der Continuität des Keimplasma's ein besseres Verständniss der Vererbung ableiten liesse, das müsste erst gezeigt werden.

Freiburg i. Br., 18. Februar 1886.

Die

Reifung des Arthropodeneies

nach Beobachtungen an Insekten, Spinnen, Myriapoden und Peripatus

von

Dr. **Franz Stuhlmann.**

I. Einleitung.

Das Interesse der Zoologen hat sich in den letzten Jahren mit grosser Vorliebe den allerersten Entwicklungserscheinungen zugewandt, einerseits wohl, weil durch das genaue Studium dieser Vorgänge eine feste Basis gelegt wird, auf der man die weiteren Erscheinungen der Entwickelung von thierischen und pflanzlichen Organismen aufbauen kann, andererseits aber auch besonders, weil sie von hohem theoretischen Werth sind. Die Fragen nach der Bedeutung des Eikerns, nach der Continuität des Lebens, ja endlich die Frage nach der Vererbung, alle sind auch mit den ersten Entwickelungsvorgängen der Organismen verknüpft.

Ein sehr hohes theoretisches Interesse nehmen nun auch die „Reifungserscheinungen" des Eies in Anspruch, d. h. die Vorgänge in der Eizelle, welche unmittelbar der eigentlichen Befruchtung, der Conjugation des Eikerns mit dem Spermakern vorhergehen, oder anders gesagt, der Prozess, durch welchen das Keimbläschen des Eies in den „Eikern" verwandelt wird.

Es sei mir gestattet, zuerst eine kurze historische Uebersicht über die Entwicklung dieser Frage zu geben.

Ich darf wohl vorausschicken, dass man jetzt fast allgemein annimmt, dass das Ei den morphologischen Werth einer einfachen Zelle hat. Immer ist man sich aber durchaus nicht hierüber klar ge-

wesen und noch neuerdings sind Ansichten aufgetaucht, welche die Zellennatur des Eies bestreiten; v. BISCHOFF [31.]*) in früherer Zeit, A. VILLOT [164.] und ALEX. BRANDT [35.] in dem letzten Jahrzehnt haben noch mit Eifer die alte und längst widerlegte Ansicht verfochten, dass das Keimbläschen die eigentliche Zelle sei, deren Kern in dem Keimfleck zu suchen wäre. Das eigentliche Ei wäre demnach ein secundäres Gebilde, bestehend aus einer primitiven Zelle, dem Keimbläschen und einer Menge darum gelagerten Protoplasmas, dem Eikörper.

Eine zweite Ansicht möchte ich hier noch erwähnen, die nämlich, dass das Ei geradezu als todte organische Substanz betrachtet wird. ALEXANDER GOETTE [63.] und L. WILL [179] sind die Vertreter dieser Anschauung, welche von Letzterem in folgenden Worten zusammengefasst wird: „Von dem reifen Ei als einer Zelle kann unter keinen Umständen geredet werden, ... das reife Ei aller Thiere ist das alle Bedingungen für die spätern Entwickelungen einschliessende Product der Thätigkeit einer oder mehrerer Zellen."

Trotz dieser gegentheiligen Meinungen werden wohl die Mehrzahl der Forscher an der Zellennatur des Eies festhalten.

Was wird nun aber aus dem Keimbläschen bei der beginnenden Entwickelung des Eies? Mehrere entgegengesetzte Ansichten machten sich hier im Laufe der Zeit geltend. Die Einen liessen das Keimbläschen sich direkt in die beiden ersten Furchungskerne theilen. K. E. v. BAER [4.] behauptete dies für Echinus, JOH. MÜLLER [110.] für Entoconcha, R. LEUCKART [97.] für Melophagus, ebenso LEYDIG [103.] für Notommata, KÖLLIKER [91] für Syphonophora, Pteropoda, Heteropoda und Sagitta, HAECKEL [71.] für Syphonophora, PAGENSTECHER [125.] für Trichina, KOWALEWSKY für Holuthurien, Ascidien und Würmer u. s. w., sodass LEYDIG den allgemeinen Satz aufstellte, dass durch die Teilung des Keimbläschens der Furchungsprozess eingeleitet wird.

Der letzte Forscher, der mit Eifer diese Anschauung verfocht, war E. v. BENEDEN in seinem Werk „über die Zusammensetzung und Bedeutung des Eies" [22]. Er stützt sich darin auf Beobachtungen an Distoma cygnoïdes, Ascaris rigida, einigen Crustaceen und Säugethieren. Doch lassen sich die Schlüsse, durch die er auf seine Theorie kommt, sehr bestreiten, wie FOL [58] in seiner grossen Arbeit gezeigt hat. In späteren Arbeiten ist er denn auch bald von dieser Anschauung zurückgekommen.

*) Die in eckige Klammern gefassten Zahlen beziehen sich auf die Nummern des Literaturverzeichnisses.

Diesem gegenüber steht die vollkommen andere Ansicht, dass das Keimbläschen aus dem Ei gänzlich verschwinde. Die Vertreter derselben sind ausserordentlich zahlreich, so dass es zu weit führen würde, sie auch nur annähernd hier aufzuführen, besonders auch, da Fol [58] eine recht vollständige Uebersicht von ihnen giebt. Hier seien nur einige wenige erwähnt: Purkinje [129] lässt bei den Vögeln das Keimbläschen sich vor der Befruchtung mit dem Dotter vermischen, Rusconi [137] behauptet dasselbe von den Batrachiern und K. E. v. Baer [5. 6] von Huhn, Eidechse, Frosch und von Fischen. Das Keimbläschen soll an die Oberfläche steigen und sein Inhalt sich hier zerstreuen. Ganz ähnliches berichtet auch Oellacher [121 a. b.] für die Vögel und C. Vogt [165], Cramer [50] und Ecker [54] für die Amphibien.

Aber nicht nur für die meistens sehr dotterreichen Eier der Wirbelthiere wurde das Verschwinden des Keimbläschens behauptet. Eine grosse Zahl von Forschern beschrieben dasselbe für Mollusken, Würmer und Coelenteraten, so dass Leuckart im Jahre 1853 [98] und Milne-Edwards 1863 [144] die Behauptung aufstellten, dass allgemein das Keimbläschen vor der Befruchtung aus dem Ei schwände. Letzterer besonders formulirte seine Ansicht in folgenden Worten (p. 393): „la disparition de cette cellule primordiale (Keimbläschen) ne peut être considérée que comme une conséquence de sa mort naturelle; c'est le terme normal de l'existence d'un être vivant dont le rôle biologique est terminé et en général ce phénomène semble caracteriser la période de la maturité de l'oeuf."

Auch E. Haeckel, der früher die directe Theilung des Keimbläschens behauptet hatte, schliesst sich in seiner „Gastraeatheorie" [72] dieser Meinung an. Das Schwinden des Eikernes bedeutet nach ihm ein Zurückgehen in der Ontogenie auf die kernlose Monere. Haeckel schlägt desshalb den Namen „Monerula" für das Ei auf diesem Entwicklungsstadium vor.

Was nun die Art und Weise anbetrifft, auf die das Keimbläschen im Ei schwinden sollte, so sind die Autoren darin verschiedener Ansicht. Die einen Beobachter, denen die meroblastischen Eier der Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische als Untersuchungsmaterial gedient hatten, lassen fast alle das Keimbläschen an die Oberfläche des Eies steigen und dort nach dem Platzen seinen Inhalt ausstossen.

Die meisten übrigen Forscher, denen andere Thiere zur Untersuchung vorgelegen hatten, beschreiben ebenfalls, dass das Keimbläschen.

an die Oberfläche steigt und dort schwindet, dass aber in dem Moment, wo letzteres geschieht, ein oder zwei kleine Kügelchen auf der Oberfläche des Eies erscheinen, die sie mit dem Namen „Richtungskörperchen" oder „Polkörperchen" bezeichnen.

Die Ersten, welche diese Kügelchen sahen, waren wohl J. P. v. BENEDEN und WINDISCHMANN [28]. Nach diesen wurden sie von einer sehr grossen Anzahl von Forschern beobachtet, welche aufzuzählen ausserhalb des Bereiches dieser Arbeit liegt.

Es lag nun die Frage nach dem Ursprung und der Bedeutung dieser „Richtungskörper" sehr nahe. Zuerst brachte man sie natürlich direct mit dem Verschwinden des Keimbläschens in Verbindung. Einige Forscher, wie DERBÈS [51] und v. BAER [4] beim Seeigel, LEYDIG bei Piscicola [100] und BISCHOFF [30] beim Kaninchen, liessen das Keimbläschen als Richtungskörper ausgestossen werden, während der Keimfleck im Ei zurückbleiben sollte, eine Ansicht die später eine Zeit lang auch von HERTWIG wieder aufgenommen wurde.

LOVÉN [105.] und andere meinten dagegen, dass der Keimfleck ausgestossen würde und das Keimbläschen im Ei bliebe. Wieder andere Beobachter hielten es für wahrscheinlich, dass die Polkörperchen gar nichts mit den Keimbläschen zu thun hätten. Es seien nur einfache Plasmatropfen, die aus dem Ei austreten. Unter ihnen ist RATHKE [130.] und ROBIN [133.] zu nennen.

Indem ich nun eine Anzahl von Arbeiten übergehe, wende ich mich zu der von BÜTSCHLI [43.], durch die ein ganz neues Licht auf die Reifung des Eies geworfen wurde. Es waren nämlich inzwischen durch AUERBACH [1.] und STRASBURGER [156.] gewisse Erscheinungen bekannt geworden, wie sie bei der Kerntheilung auftraten. Zwei Sonnenfiguren stehen in Verbindung miteinander durch ein geschweiftes, spindelartiges Zwischenstück, das in der Mitte Verdichtungen zeigt. AUERBACH bezeichnete die Figuren als „Karyolytische". Ganz ähnliche beobachtete nun auch BÜTSCHLI am Keimbläschen von Nephelis, Cucullanus, Limnaeus und Succinea. Dasselbe nimmt die gestreifte Spindelform an, rückt so an die Oberfläche des Eies und wird dort ganz, vielleicht aber auch nur theilweise ausgestossen.

Zu einem ähnlichen Resultat kam auch O. HERTWIG [77] in seiner ersten Arbeit über die „Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies." Er meint auf Grund seiner Untersuchungen an Toxopneustes lividus, dass das Keimbläschen an die Ober-

fläche gelangt, dort seine Membran verliert und vom Dotter resorbirt wird, während der Keimfleck im Ei zurückbleibt und zum definitiven Eikern wird. — Das Persistiren des Keimflecks ward nachher durch viele Untersuchungen widerlegt und auch Hertwig ist später zu anderen Ansichten gelangt. Sehr zur Aufklärung trugen nun die Untersuchungen von Fol [58] bei. Als Untersuchungsobjecte dienten ihm besonders Asterias glacialis und Astracanthion rubens, ausserdem aber noch Toxopneustes lividus, Pterotrachea und Sagitta.

Nach diesen Forschern verliert das Keimbläschen, während es an die Oberfläche des Eies wandert, seine Membran und wird undeutlich, so dass es häufig nur noch durch Reagentien nachweisbar ist. Es wandelt sich in eine Spindel um, deren in der Mitte verdickte Längsfasern senkrecht zur Eioberfläche stehen. Letztere wölbt sich erst etwas, dann immer stärker hervor bis es zur Abschnürung einer kleinen Kugel kommt. Dieser Prozess geht zwei Mal vor sich. Der im Ei zurückbleibende Rest verliert seine Spindelform und wird zum „Eikern" Hertwig's, zum „Pronucleus femininus" Fol's und v. Beneden's, der dann durch Conjugation mit dem Spermakern zum „Furchungskern" des Eies wird.

Inzwischen wurden nun auch die Vorgänge der Zelltheilung und besonders der Kerntheilung eingehend durch Strasburger, Flemming und Pfitzner studirt. Das Gerüst des Kerns, seine „chromatische Substanz", verändert sich vor der Kerntheilung stark, sie vermehrt sich bedeutend und nimmt die Gestalt eines vielfach verschlungenen Bandes an; dieses zerfällt bald in einzelne, gleich lange Stücke, die sich, winkelförmig gebogen, in bestimmter Weise anordnen. Es hat sich während dessen aus „achromatischer Substanz" eine Spindel gebildet, an deren Polen die sonnenförmigen Strahlungen des Protoplasmas, die „Amphiaster", zu sehen sind.

In der Mitte dieser Spindel ordnen sich die vorhin erwähnten „Kernschleifen" zu einem Kranz oder Stern, der sogenannten Kernplatte an. Nach kurzer Zeit beginnt nun jede der Schleifen sich der Länge nach zu spalten, und die verschiedenen Theilstücke rücken nach verschiedenen Seiten der Spindel auseinander. Es bilden sich so 2 Tochtersterne, daraus 2 Tochterknäuel und aus diesen 2 Tochterkerne. Die Substanz der Kernschleifen besteht aus sehr kleinen, mehr oder weniger runden, stark färbbaren Körnchen, den Mikrosomen, zwischen die eine nicht färbbare Substanz eingelegt ist. Man hat beobachtet, dass sogar diese Mikrosomen sich halbiren.

Weil nun beim Auftreten der Richtungskörper ganz ähnliche Spindelfiguren mit Kernplatte auftraten, so lag natürlich der Gedanke sehr nahe, dass es sich hier um eben solche indirekte Zelltheilung oder wenigstens indirekte Kerntheilung handelte. Viele Forscher nahmen denn auch an, dass das „Richtungskörperchen" ein durch Theilung des Keimbläschens entstandener, aus dem Ei ausgestossener Kern sei. Dass wir es hier aber nicht nur mit einer Kernteilung, sondern mit einer wirklichen Zelltheilung zu thun haben, das zeigen besonders die schönen Untersuchungen von TRINCHESE an Amphorina coerulea [163]. Das Keimbläschen ist hier umgeben von hellgrünem Protoplasma, während das Plasma des übrigen Eies braunroth ist. Das Keimbläschen steigt mit seinem Plasmahof an die Oberfläche und verwandelt sich in eine Spindel. Das ausgestossene „Richtungskörperchen" zeigt vollkommen die Bestandtheile einer Zelle, einen Kern mit einem hellgrünen Zellkörper. Zweimal geschieht die Abschnürung von solchen Zellen, ehe der Eikern reif ist sich mit dem Spermakern zu conjugiren. Sehr bemerkenswerth ist, dass jedes der „Richtungskörperchen" sich gleich nach seiner Abschnürung von der Eizelle durch reguläre indirekte Kerntheilung in zwei theilt, so dass wir am Ei von Amphorina endlich 4 Richtungskörperchen sehen. Es ist dies gewiss ein Beweis für die Zellnatur derselben.

Sehr genau wurden neuerdings die Reifungserscheinungen am Ei von Ascaris megalocephala von ANT. SCHNEIDER [146] und besonders durch E. v. BENEDEN [23] studirt. Derselbe wies nach, dass sich durch Metamorphose des Keimbläschens zwei Kernschleifen von je vier Mikrosomen bilden. Jedes dieser Mikrosomen wird nun halbirt, so dass wir zweimal zwei Schleifen bekommen. Zwei derselben werden als erstes Richtungskörperchen aus dem Ei eliminirt, während die beiden übrigen denselben Prozess nochmals durchmachen, um ein zweites Richtungskörperchen zu bilden. Der jetzt gebliebene Rest des Keimbläschens ist der „Pronucleus femelle", der sich mit den 2 Schleifen des Spermakerns conjugirt. Eine gewisse Abweichung ist hier nach v. BENEDEN allerdings von der gewöhnlichen indirekten Kerntheilung vorhanden, indem die Theilung nicht wie gewöhnlich senkrecht zur Axe der Spindel, sondern parallel derselben auftritt. Trotzdem können wir diesen Vorgang wohl als indirekte Kerntheilung auffassen, zumal wir erst abwarten müssen, ob neue Untersuchungen diese Abweichungen bestätigen werden. Von ANT. SCHNEIDER existiren jetzt schon gegentheilige Behauptungen*).

*) Dasselbe sagt NUSSBAUM (Ueber die Theilbarkeit der lebendigen Materie I.

Wir sehen also, dass bei den meisten Thieren das umgewandelte Keimbläschen zweimal halbirt wird und dass der Rest zum Eikern wird, dass aber in keinem Augenblick der Entwicklung der Kern aus dem Ei verschwindet.

Wenn wir uns nun im Thierreich umsehen, wo Richtungskörperchen bekannt sind, so finden wir dieselben sehr verbreitet. Bei Coelenteraten, Echinodermen, den meisten untersuchten Würmern, Mollusken, wo sie ja zuerst aufgefunden wurden, Tunicaten und Säugethieren sind sie bis jetzt constatirt. Bei den grossen, dotterreichen Eiern der Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische sind sie nicht sicher gefunden; die meisten Beobachter berichten uns, dass das Keimbläschen bei ihnen schwindet. Auf diese Eier werde ich später, am Schluss der Arbeit, noch zurückkommen. Wie aber sind die Reifungserscheinungen bei dem grossen Typus der Arthropoden? Bei Peripatus, wenn wir dies Thier überhaupt zu den Arthropoden rechnen wollen, sind durch Kennel [88] und Sedgwick [149] Richtungskörper bekannt. Ausserdem aber nur noch bei vier niedrig stehenden Crustaceen, die kleine dotterarme Eier haben. So fand Grobben bei Moina [68] am animalen Pol des Eies, dessen Kern im Centrum lag, einen dunkel gefärbten Körper, den er als Richtungskörperchen deutet. Derselbe tritt nicht aus dem Ei heraus, über seine Entstehung konnte er nicht ins Klare kommen. Ebenso fand derselbe Verfasser bei Cetochilus septentrionalis [69] zwei Richtungskörper, von denen sich einer vor und einer nach dem Auftreten der Dotterhaut bildet, sodass nur der zweite innerhalb der Eihaut bleibt und nachher in die Furchungshöhle gelangt. Ferner glaubt Hock [80] bei Entomostraken ein Richtungskörperchen gefunden zu haben, doch sind seine Beobachtungen noch nicht vollkommen genügend. Endlich hat neuerdings Weismann [173] uns die Mittheilung gemacht, dass er bei Polyphemus ebenfalls unter der Dotterhaut unzweifelhafte Richtungskörperchen gefunden hat *).

Arch. f. mikr. Anat. Bd. 26). Es soll nach ihm die Richtungsspindel bei Ascaris megalocephala nur gebogen sein, wodurch das veränderte Bild entsteht. Im Uebrigen herrscht auch hier reguläre indirekte Kerntheilung.

*) Zu bemerken ist hier noch, dass Leydig in seiner Naturgeschichte der Daphniden [101] bei der Zusammenziehung der Eier von Daphnia longispina „einige blasse Kügelchen an dem einen Pol ausserhalb der Eischale" auftreten sah, „ganz vom Charakter jener unter dem Namen Richtungsbläschen beschriebenen Gebilde". Es ist aber wol sehr zweifelhaft, wie auch Grobben bemerkt, dass Leydig hier Richtungskörperchen vor sich gehabt hat.

Nahezu alle übrigen Beobachter stimmen darin überein, dass weder im reifen Eierstocksei noch in dem abgelegten Ei ein Keimbläschen oder ein Eikern vorhanden sei *). Auch nicht eine einzige Beobachtung ist mir sonst bekannt, wonach im Arthropodenei der Kern nicht schwinden sollte.

Die älteren Beobachter, wie KÖLLIKER [90], RATHKE [131], ZADDACH [183], HUXLEY [84], LEUCKART [97] fanden im gelegten Ei der von ihnen untersuchten Insekten kein Keimbläschen; ebensowenig CLAPARÈDE [47] am Spinnenei. Während aber die vorhin genannten Forscher die Keimhautzellen des in Entwickelung begriffenen Eies für Neubildungen hielten, glaubte CLAPARÈDE doch, dass dieselben vom Keimbläschen abstammten. Er sagt: „Je n'oserai cependant l'affirmer, sachant combien il est facile qu'une vesicule délicate se soustraie aux regards au sein d'une émulsion.“.... „Peut être descendent elles (les cellules du blastoderme) d'un nucleus primitif unique ou même de la vesicule germinative par division spontanée.“ Bei den Dipteren fand WEISMANN [169] in der Regel kein Keimbläschen. Nur „in 2 Fällen fand sich mitten im Dotter ein grosses, kugliges Bläschen von 0,088^{mm} Durchmesser, welches von deutlicher Membran umgeben war.“ Ob es sich hier aber um ein wirkliches Keimbläschen handelte ist sehr zweifelhaft; WEISMANN selbst legt ihnen auch keine grosse Bedeutung bei und hält die Kerne des „Keimhautbläschens“ für Neubildungen, nicht für Abkömmlinge des Keimbläschens, eine Ansicht, die er später bald wieder aufgegeben hat. WEISMANN's Beobachtungen wurden noch von einigen Forschern wie KUPFFER [94] und O. v. GRIMM [67] bei Chironomus bestätigt, ferner von GANIN [61] bei Formica und Bombyx, von MELNIKOW [110] bei Donacia und von KOWALEWSKY bei Apis. BALBIANI [14] lässt freilich bei oviparen Aphiden die Blastodermkerne entstehen, während das Keimbläschen „plus ou moins altérée dans sa forme, mais néanmoins parfaitement reconnaissable encore au centre de l'oeuf“ vorhanden sei, doch ist er im Allgemeinen der Ansicht, dass die Blastodermkerne Abkömmlinge des Keimbläschens seien.

Einige Jahre nach WEISMANN's grosser Arbeit erschienen die embryologischen Studien an Insekten von METSCHNIKOFF [113].

*) Ausgenommen sind die weiter unten zu erwähnenden viviparen Cecidomyialarven und die viviparen Aphiden, vielleicht auch die kleinen Eier der Gallwespen.

Bei einigen der untersuchten Thiere konnte er das Keimbläschen im reifen Ei nicht auffinden; so bei Corixa. „Vom Keimbläschen ist an den abgelegten Eiern von Corixa, wie ich kaum zu bemerken brauche, absolut nichts zu finden.“ Bei Aspidiotus nerii schimmert es noch an 0,2^{mm} grossen Eiern durch. Auch in späteren Stadien, wo es eine periphere Lage hat, konnte er es noch beobachten: „Es erschien zu dieser Zeit von den Seiten etwas gedrückt, so dass es nicht mehr eine runde, sondern ovale Form zeigte.“ Er bildet es dort sogar an der Peripherie etwas eingedrückt ab, ganz ähnlich wie ich es bei so vielen Insekten gefunden habe. Das Keimhautblastem hüllt das Keimbläschen ein. In einem Wulst des Blastems, der an der Stelle des Keimbläschens lag, konnte letzteres nicht mehr wahrgenommen werden. Erst nach dem Schwinden des Wulstes kamen die Blastemkerne zum Vorschein. — Bei den viviparen Aphiden verliert das Keimbläschen seinen Nucleolus und gelangt an die Peripherie. Später, nachdem der Dotter aufgetreten ist, theilt es sich in 2 Kerne, niemals wurde ein Ei ohne irgend einen Kern beobachtet. Ganz ebenso theilt sich bei den viviparen Cecidomyialarven das Keimbläschen direkt in die beiden ersten Furchungskerne. Metschnikoff hält auf Grund dieser Untersuchungen die ersten Keimzellen für keine Neubildungen, besonders da bei einigen (Cecidomyia und Aphiden) der direkte Uebergang bewiesen ist. Auch die Analogie mit den übrigen Thieren spräche für den Uebergang der Keimbläschen in die Furchungskerne.

Die Persistenz eines Kerns im Ei der viviparen Aphiden wurde später noch von vielen Forschern bestätigt, so von Brandt [37], Brass [41], Witlaczil [180. 181] und Will [177], so dass man wohl sicher annehmen kann, dass hier das Keimbläschen, resp. der Eikern, niemals schwindet.

Ganin [61] fand bei allen von ihm untersuchten Ichneumoniden, dass das Keimbläschen auf einer sehr frühen Stufe, meistens schon vor dem Ausschlüpfen des Imago, verschwunden ist. Bei Platygaster, einer Ichneumonide mit sehr kleinen Eiern, fand er, dass die Grundsubstanz des Keimbläschens sich in eine feine molekulare Masse verwandelt, die sich im centralen Theil des reifen Eies vorfindet. Später ist ein grosser Kern im Centrum, den Ganin aber für eine Neubildung hält. Bei Teleas schwindet das Keimbläschen ebenfalls, an seiner Stelle ist eine Wolke im Centrum des Eies. Es scheint also doch in diesen kleinen, dotterarmen Eiern der Eikern erhalten zu bleiben, das Keimbläschen schwindet zwar, aber anstatt

dessen findet sich ein wolkenartiges Gebilde im Ei vor, das ich für einen amoeboid zerflossenen Eikern halten möchte.

Ganz ähnliches berichtet auch WEISMANN [171] über den Eikern des Gallwespeneies. Er war allerdings nicht im Stande, die genaue Metamorphose des Keimbläschens zu verfolgen, konnte aber im ziemlich reifen Ovarialei ein deutliches Keimbläschen constatiren, während im frisch gelegten Ei der Eikern sich wolkenartig amoeboid durch das ganze Ei zog und sich bald in die beiden ersten Embryonalkerne theilte.

Bei allen grossen, dotterreichen Arthropodeneiern konnte im reifen Ovarialei und im abgelegten Ei weder ein Kern noch Keimbläschen gefunden werden. Es würde viel zu weit führen, alle die Beispiele aufzuzählen, in denen ein Mangel des Eikerns constatirt wurde. Ausserdem kann man eigentlich hier nur auf die Arbeiten etwas geben, die vermittelst der Schnittmethoden angefertigt sind, denn bei der vollkommenen Undurchsichtigkeit der dotterreichen Eier genügt eine äussere Betrachtung natürlich nicht.

PAUL MAYER [107] fasst in seiner Arbeit über Ontogenie und Phylogenie der Insekten seine Ansicht über den Zusammenhang des Keimbläschens mit den Blastemkernen in folgenden Worten zusammen: „So können wir ohne Weiteres bei den normalen Dipteren und mit einem Analogieschluss auch bei allen Insekten, deren Eier eine grosse Menge Dotter enthalten, voraussetzen, dass das Keimbläschen vor der Bildung des Blastoderms schwindet und seine Elemente dann zur Bildung der einzelnen Kerne verwendet werden, in der Art, dass hier die sonst langsam verlaufenden wiederholten Theilungen des Keimbläschens auf einmal erfolgen. Eine solche Zusammenziehung der ersten Stufen in der Entwickelung harmonirt auch vortrefflich mit der überhaupt so enorm und abnorm gekürzten Ontogenese der Insekten."

Die späteren Untersuchungen GRABER's [64], BROBRETZKY's [34], TICHOMIROFF's [159. 160], BLOCHMANN's [33] und anderer haben es dann höchst wahrscheinlich gemacht, dass auch bei den dotterreichen Eiern die Furchungskerne durch Theilung des Eikerns entstehen. Sie fanden nämlich im Innern des Eies 2 resp. 4 Kerne, der ursprüngliche Furchungskern ist noch nicht bei dieser Art von Eiern gesehen worden. — Bei Musca konnte ich ein Gebilde finden, das ich für den Furchungskern halten muss, so dass also auch bei den dotterreichen Arthropodeneiern die Abstammung der Blastodermkerne von einem einzigen Furchungskern so gut wie sicher gestellt ist.

Vor dem Auftreten der ersten Kerne ist aber im Ei das Keimbläschen verschwunden, wie alle Beobachter angeben. Ueber die Art und Weise des Schwindens geben uns Ayres [3] und Will [179] nähere Angaben. Nach beiden Forschern soll das Keimbläschen des Eies, wenn letzteres ungefähr seine halbe Grösse erreicht hat, aus dem Centrum an die Oberfläche rücken. Dort verliert es, wie Ayres bei Oecanthus sah, seine Membran und seine ganze Kernsubstanz wird nun eine „finely granular homogenous cloud", welche sich über den Dotter ausbreitet und sich so dem Blick entzieht. Nach Will, der Nepa untersuchte, sieht man an der Stelle des Keimbläschens, welches seine Membran verloren hat, „den hellen Inhalt des Keimbläschens in Gestalt rundlicher Tröpfchen heraustreten, welche sich in dem Eiplasma einlagern und demselben in der Nähe des Keimbläschens oft ein netzartiges Aussehen verleihen." Will ist geneigt, dies Austreten mit der Dotterbildung in Zusammenhang zu bringen, besonders auch auf Untersuchungen an Käfern, Orthopteren und Fröschen gestützt. Wie weit dies berechtigt ist, müssen spätere Untersuchungen zeigen, mir selbst ist es sehr zweifelhaft geworden, wie denn ja auch die Entstehung von Follikelzellen und Nährzellen aus dem Eikern nach Korschelt's [93], Wielowiesky's [175] und meinen eigenen Untersuchungen sich als sehr zweifelhaft herausgestellt hat.

Zu erwähnen habe ich noch die Mittheilung Blochmann's [33], der kleine Kerne aus dem Keimbläschen von Camponotus und Vespa entstehen lässt, über deren Schicksal er sich nicht klar ist. Wie ich aber zeigen werde, handelt es sich hier nicht um wirkliche Kerne, sondern um Dotterkerne, welche am Keimbläschen gebildet werden.

Auf ähnliche Vorgänge werden vielleicht (?) die Beobachtungen von Balbiani [13] an den Eiern von Geophilus zurückgeführt werden müssen.

Sonst ist mir aus der Literatur kein Beispiel bekannt, das auf den Austritt von irgend welchen Körpern aus dem Keimbläschen und Ei der Arthropoden hindeutete. Alle Beobachter (cf. Will [177], Brass [41 J]), haben sich vergebens bemüht, Richtungskörperchen oder etwas ähnliches hier zu constatiren, alle aber sind sich einig, dass das Keimbläschen an die Oberfläche steigt und dort Veränderungen durchmacht.

Man sieht also, dass es nicht uninteressant ist, das Keimbläschen der Arthropoden von seinem ersten Auftreten bis zu seinem

Verschwinden, sowie das Erscheinen des ersten Furchungskernes in den Eiern dieser Thiere einmal genau zu verfolgen. Ich ging an die Beantwortung dieser Frage um so lieber, als mich die ganze Bedeutung der Reifungserscheinungen des Eies lebhaft interessirte und ich durch diese Untersuchung hoffte, vielleicht einen kleinen Theil zur Lösung dieser allgemeinen Frage beizutragen.

Es ist mir nun gelungen, an einer Reihe von Insekteneiern sicher einen Austritt von grossen Ballen aus dem Keimbläschen zu constatiren, die sich nachher im Eiplasma auflösen. Später verschwindet das Keimbläschen vor unseren Blicken, bis wir endlich am oberen Eipol den Furchungskern wiederfinden.

Untersuchungsmethoden.

Wenn es möglich war, wurden die Objecte zuerst frisch in $^3/_4$ % Kochsalzlösung untersucht und auch im frischen Zustand die Einwirkung von Reagentien verfolgt, besonders zum Hervortretenlassen des Kerngerüstes. Schwache Essigsäure und Methylgrünessigsäure fanden hierbei Verwendung.

Bei den meisten Thieren, so fast bei allen Insekten ergab mir diese Untersuchung sehr wenig. Man kann eben nur die ganz jungen Eier untersuchen, da in den älteren zu viel Dotter abgeschieden ist. Hier giebt allein die Schnittmethode uns die gewünschten Aufschlüsse, nur durch sie kann man in die feinen histologischen Details eindringen. A. SCHNEIDER [145 pg. 291] meint allerdings, dass man alles am frischen Präparat sehen könnte und dass das Schneiden völlig unnöthig wäre. Es liessen sich alle Verhältnisse an der lebenden Eiröhre beobachten. Diese Meinung können wir jedoch nicht theilen.

Es ist selbstverständlich, dass die Resultate niemals durch continuirliche Beobachtung gewonnen werden konnten, denn einmal aus dem Mutterkörper herausgenommen, leben die Eier entweder gar nicht mehr oder doch nur eine äusserst beschränkte Zeit lang. Alle Resultate wurden also durch Schlüsse aus einzelnen Bildern erhalten, ein Bild musste immer auf das andere zurückgeführt werden, was für die Beurtheilung der Ergebnisse von Wichtigkeit sein dürfte.

Was nun die Behandlung der Eier und Ovarien anbelangt, so traten mir hier ziemlich viele Schwierigkeiten entgegen; die jungen Eier liessen sich leicht schneiden aber die älteren, dotterreichen, mit mehr oder weniger dickem Chorion versehenen, schrumpften stark

und liessen sich schlecht durchtränken und schneiden. Bei allen Methoden stand mir mein Freund Herr Dr. J. van Rees mit Rath und That bei, wofür ich ihm meinen besten Dank nochmals ausspreche.

Die Fixirung mit heissen Flüssigkeiten, wie Wasser, 33% Alkohol, Sublimatlösung etc. ergab keine so guten Resultate, als man erwarten sollte. Der Dotter ward durch die Hitze etwas verändert, so dass er zu einer oft knochenharten Masse sich zusammenballte und sich nicht schneiden liess. Ich bin nach allen Versuchen immer wieder zu einer kalt concentrirten Sublimatlösung zurückgekommen. Die Länge der Sublimateinwirkung muss man herausprobiren, 5—10 Minuten genügten völlig zur Fixirung. Die Eier wurden dann ausgewaschen, so dass alles Sublimat aus ihnen entfernt wurde, was sich noch beschleunigen lässt, wenn man dem Auswaschwasser einige Tropfen Jodtinctur hinzusetzt, bis letztere sich nicht mehr entfärbt. Die so fixirten Ovarien konnten nun sofort ohne Schaden in 70% Alkohol nach einiger Zeit in 95% und endlich in absoluten Alkohol übertragen werden, in dem sie einige Tage verweilten. Wo es die Grösse der Eier irgend nur zuliess, habe ich die mit einem Chorion versehenen nach dieser Vorbehandlung mit einer äusserst feinen Präparirnadel angestochen, jedoch so, dass der obere Pol stets verschont blieb. Es erleichtert dies bedeutend das gute Eindringen der Flüssigkeiten. Von den schon abgelegten Eiern der Fliegen kann man leicht, wie dies Weismann [169] angiebt, sogar beim frischen Ei das Chorion abpräpariren. — Die Ovarien wurden nun auf mehrere Stunden in Chloroform gebracht (letzteres gab mir bessere Resultate als Benzin, Terpentin oder Toluol) und von dort aus in geschmolzenes Paraffin, in welchem ich sie je nach der Grösse 1—3 Tage liess. Durch einen Thermoregulator lässt sich das Paraffin in einem Oelbad leicht wochenlang auf der constanten Temperatur von ca. 55° C. erhalten. — Um das Paraffin nach dem Erkalten möglichst blasenfrei zu erhalten, muss man es so schnell als möglich in kaltem Wasser abkühlen.

Die Schnitte wurden mit einem Jung'schen Mikrotom in der Stärke von $\frac{1}{150} - \frac{1}{67}$ mm angefertigt (immer, wenn irgend möglich, vollständige Serien) und nach der Paul Mayer'schen Methode [108] mit Eiweissglycerin aufgeklebt. Letzteres muss man möglichst dünn auftragen, damit die Eiweisschicht sich nicht mitfärbt. Wenn die Eiweissmasse zu alt wird, so färbt sie sich leichter als in frischem Zustande.

An Färbemitteln ward fast alles Bekannte versucht, um, besonders in einigen Stadien, den Eikern sichtbar zu machen, doch ohne Erfolg. Er färbt sich eben nicht mit den gewöhnlichen Reagentien und ist deshalb, wenn er ganz amoeboid zerflossen ist, nicht nachzuweisen. Leider hat BLOCHMANN [33] seine „combinirte Färbungsmethode", mit der ihm dies gelungen ist, noch nicht publicirt. Von den einfachen Farbstoffen gaben mir das GRENACHER'sche Boraxcarmin WEIGERT's und RANVIER's*) Pikrocarmin sowie die FLEMMING'sche Haematoxylinlösung (Heidelberger Recept)**) die besten Resultate.

Gradezu frappant wirkt oft eine Combination von Pikrocarmin und Haematoxylin. Man färbt schwach mit Pikrocarmin, wässert aus und behandelt nun die Schnitte mit Haematoxylin. Um den Farbstoff stärker hervortreten zu lassen, wird mit angesäuertem Alkohol ausgezogen bis die Präparate roth waren und dieselben darauf, bis die blaue Farbe wieder hervortrat, in ammoniakalischen Alkohol gebracht. Durch Entwässern in absolutem Alkohol und Ueberführen in Bergamottöl und Canadabalsam (in Xylol gelöst) wurden die Präparate fertiggestellt. Die Haematoxylinfärbung ist bei dieser Behandlung an meinen Präparaten bis jetzt gut erhalten geblieben. — Die schönsten Resultate erhält man, wenn man ca. $^3/_4$ der Schnitte mit Pikrocarmin färbt, aber im Laufe der Färbung den Objectträger immer weiter aus der Farbe herauszieht, so dass man alle Abstufungen vom ungefärbten Schnitt bis zum ganz rothen bekommt. Mit dem Haematoxylin macht man es dann auf der anderen Seite des Objectträgers eben so. Man erhält so alle Nüancen zwischen roth und blau (v. REES). Ueber die specielle Wirkung dieser Färbung siehe an den betreffenden Stellen; hier sei nur kurz erwähnt, dass sich das Keimbläschen in der Regel roth, das Plasma und die Follikelzellen blau färben. Die Dotterkörner sind bisweilen noch etwas von der Pikrinsäure des Pikrincarmins gefärbt, so dass man sehr schöne differenzirte Bilder erhält (cf. Tafel X).

Von andern Conservirungsmethoden ergab die FLEMMING'sche Chrom-essig-osmiumsäure mit nachfolgender Saffraninfärbung gute Resultate.

Die Fixirung durch 3 %ige Salpetersäure, welche v. BENEDEN [23] empfiehlt, verändert hier den Dotter sehr; es treten grosse Vacuolen in ihm auf, so dass sie meistens nicht gut zu verwenden

*) Zu beziehen von Apotheker JEHL in Strassburg.

**) cf. Zeitschr. für wiss. Mikroskopie Bd. I.

ist. Die Substanz des Keimbläschens wird etwas grobkörniger bei dieser Behandlung, als bei Conservirung mit Sublimat.

Ich werde bei der folgenden Beschreibung der Reifung und Bildung der Eier in systematischer Reihenfolge vorgehen und mit den Insekten beginnen. Die Beobachtungen über Spinnen, Myriapoden und Peripatus sind etwas fragmentarisch, sie wurden mehr zum Vergleich herangezogen. Im folgenden Theil werde ich dann die Resultate zusammenfassen und Schlüsse aus ihnen ziehen.

II. Beobachtungen.

A. Insekten.

Die weiblichen Geschlechtsorgane und besonders die Ovarien der Insekten sind schon so häufig beschrieben, dass es für unsere Zwecke unnöthig erscheint, nochmals eine Schilderung derselben zu entwerfen. Genaue Angaben findet man in den Arbeiten von Joh. Müller [117], F. Stein [155], Franz Leydig [102], Al. Brandt [35. 36. 38], Ludwig [106], Waldeyer [167] und vielen anderen Forschern. Zur Orientirung sei hier nur daran erinnert, dass das Ovarium jederseits aus mehreren Eiröhren besteht, von welchen jede mit dem Endfach (Keimfach) beginnend, successive immer weiter ausgebildete Eier enthält. Die Eier sind stets von Follikelepithel umgeben und reihen sich entweder direkt aneinander (Orthopteren [Rhynchoten]) oder sind durch eine mehr oder weniger grosse Anzahl von Nährzellen von einander getrennt (Coleopteren, Lepidopteren, Neuropteren), welche allmählich zum Aufbau der Eier resorbirt werden. Die eigentlichen Eiröhren münden jeweils mit dem „Eierkelch“ in den „Eiergang“, welcher sich mit dem der anderen Seite zu dem „Eileiter“ (Oviduct) vereinigt (Stein). In diesen münden gewöhnlich ein oder mehrere Receptacula seminis, häufig auch noch einige Kittdrüsen (Glandulae sebaceae) zur Befestigung der Eier.

Carabus nemoralis und auratus.

Tafel V, Fig. 1—25. — Tafel X, Fig. 234—236.

Ich beginne mit der Schilderung der Eier in der unteren Hälfte des Endfaches, wo sie sich aus den Keimzellen oder Ooblasten [Will] differenzirt haben. Während man im oberen Theil des Endfaches nur gleichartige Kerne in eine gemeinsame Protoplasmamasse eingelagert findet, haben sich hier einige von diesen Kernen mit einem

besonderen Plasmahof umgeben. Sie haben gewissermassen als Attractionscentra gewirkt und das Plasma um sich bedeutend verdichtet; dies färbt sich durch Carmin und Haematoxylin bedeutend dunkler als das allgemeine Plasma des Syncitiums. Schon hieran lassen sich die zukünftigen Eier erkennen; aber auch ihr Kern hat Veränderungen erfahren. Bei den Keimzellen, oder besser Keimkernen färbt sich die Kerngrundsubstanz (PFITZNER [127]) oder der Kernsaft bedeutend dunkler als das umgebende Plasma, die chromatische Substanz ist in ganz charakteristischer Weise in ihnen vertheilt: an der Peripherie liegt ein ganzer Kranz von grossen Brocken und einer, der sich gewöhnlich etwas durch seine Grösse auszeichnet, befindet sich im Centrum.

Genau dieselbe Anordnung lässt sich nun auch in den jüngsten Eizellen constatiren [cf. Fig. 1, a], die Kerngrundsubstanz derselben aber ist bedeutend heller gefärbt als die der Keimkerne, sie ist sogar gewöhnlich ganz farblos. Bei Doppelfärbung nimmt sie stets den rothen Farbstoff an, wodurch schon die jüngsten Eikerne zu erkennen sind*). Auch noch durch seine Grösse zeichnet sich der Eikern aus. Es macht beinahe den Eindruck, als sei er gewachsen und habe so seinen Inhalt verdünnt, was natürlich in Wirklichkeit nicht der Fall ist.

Während die Keimkerne 4 μ. gross sind, hat der jüngste beobachtete Eikern eine Grösse von 6 μ.

Der Eikern wächst nun offenbar sehr rasch, man findet zuerst immer noch den centralen und die peripheren Chromatinkörper, aber Letztere scheinen gar nicht mit zuzunehmen, relativ wenigstens nehmen dieselben ganz bedeutend ab. Die Grundsubstanz des Eikernes bleibt bis zum Verschwinden desselben immer hyalin, höchstens zeigt sie eine feine Körnung wie geronnenes Eiweiss, was besonders bei Salpetersäureconservirung hervortritt.

Die peripheren Chromatinkörper scheinen immer mehr abzunehmen oder sie ballen sich zusammen und rücken ins Centrum des Kernes, wenigstens findet man an grösseren Eiern, deren Kern 24 μ gross ist, gar keine färbbaren Partikel mehr an der Peripherie, während im Innern, gewöhnlich excentrisch, sich ein Haufen derselben befindet. Wenn das Ei sich soweit entwickelt hat, kann man eigentlich erst von Keimbläschen reden, hier erst hat der Kern eine deutliche Bläschenform angenommen. Eine doppelt contourirte Membran

*) Dies Verhalten wurde auch von KORSCHELT gefunden.

lässt sich aber nie constatiren, das Eiplasma ist höchstens an der Peripherie des Keimbläschens etwas dichter.

Auf Tafel V, Fig. 1—5 sind diese Verhältnisse sichtbar. Die Praeparate sind mit Sublimat conservirt und zeigen einen vorzüglichen Erhaltungszustand des Gewebes, so dass es sich hier nicht um Kunstproducte handeln kann.

Ein Kerngerüst ist bei dieser Behandlung nicht zu sehen, doch zweifele ich nicht, dass ein sehr feines Gerüst vorhanden ist, wie ich es weiter unten bei den Eiern von Periplaneta beschreiben werde. Im lebenden Zustand ist jedenfalls nichts davon zu sehen.

Zu gleicher Zeit mit den Eizellen differenziren sich die Epithelzellen und Nährzellen aus den Keimkernen heraus, auf welchen Vorgang ich nicht näher eingehen will. Ich möchte nur noch bemerken, dass die Nährzellen überall dort, wo sie auftreten, sich durch ihren Reichthum an Chromatin auszeichnen, das in unzähligen kleineren, durch schöne Gerüstfäden verbundenen Brocken auftritt. Die Kerne des Follikelepithels haben noch bei grossen Eiern sehr viel Aehnlichkeit mit den Keimkernen. Niemals habe ich, wie Will das bei Notonecta und Nepa [178, 179], Balbiani [13] bei Myriapoden und Fol [59, 60] bei Ascidien beobachtet haben wollen, den Austritt von chromatischen Körnern aus Keimkernen oder Keimbläschen gesehen, ebenso wenig wie Korschelt [93] dies bei vielen Insekten nachweisen konnte.

In der weiteren Entwickelung bildet sich nun ein Keimfleck heraus. Es ist sehr schwer zu entscheiden, ob der Haufe von chromatischen Körnern zu einem grossen Ballen zusammenschmilzt, oder ob sich eines, wohl das ursprünglich central gelegene, zum Nucleolus ausbildet oder endlich ob letzterer eine ganz neue Bildung ist. Die zweite Möglichkeit scheint mir die wahrscheinlichere, für sie spricht auch das Verhältniss, wie wir es in dem in Fig. 6 abgebildeten Keimbläschen sehen. Doch kann man durch Deutung einzelner Bilder hier wohl keine sicheren Aufschlüsse erlangen, dazu wäre continuirliche Beobachtung erforderlich. Die meisten Brocken verschwinden eben, bis nur ein grosser, der Keimfleck übrig bleibt. Diesen Vorgang sehen wir in Fig. 6—9 dargestellt. (In Fig. 8—10 ist der Vereinfachung halber das Follikelepithel fortgelassen.)

Die Bildung der Eizelle bei Carabus auratus weicht von dem eben geschilderten Verhalten nur sehr wenig ab. Die Keimkerne sind denen von C. nemoralis ganz gleich gebildet, höchstens um ein klein wenig kleiner. Auf Tafel V, Fig. 18 sind einige der

jüngsten Eizellen abgebildet. Bei *a* haben wir noch periphere und centrale Chromatinkörner im Kern, bei *b* sind erstere verschwunden, während sich im Centrum eine ganze Anzahl von Körnern findet. In dem Eikern *c* endlich ist schon der Nucleolus fast völlig gebildet und die kleineren chromatischen Körper verschwunden. Das in Figur 19 abgebildete Ei zeigt uns das normale Keimbläschen mit einem grossen Kernkörperchen.

Wir sehen also hieraus, dass bei C. auratus die Umwandlung des Keimkerns zum Keimbläschen bedeutend früher als bei C. nemoralis vor sich geht. Während bei diesem der fertige Nucleolus erst gebildet ist, wenn das Ei ca. 0,3 mm lang ist (die Grösse schwankt etwas), hat derselbe bei jenem schon in Eiern von 0,055 mm Grösse seine definitive Form erreicht.

Ich kehre wieder zu C. nemoralis zurück. Solange im Ei noch kein Dotter ausgeschieden ist, hat der Nucleolus seine runde Form beibehalten, oft gehen von ihm feine Fäden aus. In einem Falle (Fig. 9) hatte der Nucleolus durch diese Fäden eine sonnenförmige Gestalt angenommen. Ob diese Fäden Rudimente eines Kernnetzes oder Kunstproducte sind, lässt sich schwer entscheiden.

Wenn aber schon Dotter ausgeschieden ist, hat der Nucleolus fast stets eine Form, die auf das Täuschendste einer Eichel gleicht. So findet man ihn sowol in Keimbläschen, welche noch im Eicentrum liegen, als auch in solchen, welche in der Wanderung nach der Peripherie begriffen sind (Fig. 11. 12).

Wir sehen an dem Nucleolus einen helleren, völlig homogenen Theil und einen dunkler gefärbten, welcher fein granulirt ist und wie mit einer Menge von winzigen Vacuolen durchsetzt erscheint. Dieser dunklere Theil umgreift wie die Cupula einer Eichel den helleren Theil. Um die Formähnlichkeit ganz zu vollenden, sitzen häufig auf der Kuppe der homogenen Hälfte noch einige dunkle Körnchen, gewissermassen die scharfe Spitze der Eichelfrucht (Fig. 12). Auf einem Aequatorialschnitt (Fig. 10) sieht man nun, dass der dunklere Theil eine Zone um den helleren Theil bildet. Das Ganze macht den Eindruck, als sei ursprünglich ein hellerer Kern von einem dunkleren Mantel umgeben, letzterer an einer Stelle geplatzt, dann zurückgeschnellt und habe so an der Stelle, wo er zuerst aufgerissen, noch einige Theile zurückgelassen. Aus Querschnitten habe ich mir nun auch den Längsschnitt durch einen solchen Nucleolus construirt (Fig. 13). — Das Keimbläschen zeichnet sich hier durch seine enorme Grösse aus, es ist mit blossem Auge ganz gut als

heller Punkt im Schnitt zu erkennen (Keimbläschen ca. 195 μ, Keimfleck 67,5 μ). Ganz ähnliche Nucleoli beschreibt Flemming *) von Lamellibranchiateneiern; bei Kaninchen soll er bisweilen ähnlich sein, ebenso hat O. Hertwig [77] dasselbe bei Helix, Tellina, Ascidia intestinalis, Sphaerechinus brevispinus und Astracanthion beobachtet. Eine solche Form des Keimfleckes scheint also im Thierreich ziemlich weit verbreitet zu sein.

Der Dotter beginnt jetzt mächtig im Ei sich auszuscheiden, zuerst in kleineren Kugeln, die nachher zu grösseren zusammenfliessen. Das ganze Ei nimmt sehr an Grösse zu. Das Keimbläschen rückt nun allmählig gegen die Peripherie. Man findet es in einem 2,1 mm grossen Ei schon ganz nahe derselben (Fig. 12. 14). Es hat noch seine völlig kugelrunde Gestalt beibehalten und liegt einer langen Seite des Eies an, dem obern Pol desselben genähert. Das Ei hat auf diesem Stadium schon eine feine Dotterhaut abgeschieden (Fig. 12. 15. *d h.*). In einem ziemlich viel grösseren Ei (Länge 3½ mm, Fig. 16) finden wir das Keimbläschen relativ noch an derselben Stelle liegen, aber es ist nach der Peripherie des Eies abgeplattet. Grade an der Abplattungsstelle war die Dotterhaut des Eies etwas abgehoben und es fanden sich dort mehrere homogene Kugeln, die allerdings den Dotterballen ziemlich glichen. Wenn man aber in Betracht zieht, was ich weiter unten bei vielen anderen Insekten beschreiben werde, so kann man die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass dieselben aus dem Keimbläschen stammen. Einen Nucleolus konnte ich in diesem Keimbläschen ebenso wenig entdecken wie in dem folgenden. Doch ist es nicht absolut ausgeschlossen, dass hier ein Schnitt ausgefallen ist. In einem noch etwas älteren Ei (Fig. 17) fand ich das Keimbläschen an der der Eiperipherie zugekehrten Seite völlig eingebuchtet und in der Bucht verwaschene, scheinbar in Auflösung begriffene Ballen liegen, die sich von den Dotterkugeln durch ihre ein wenig dunklere Färbung unterschieden. Wie schon erwähnt, war auch hier ein Nucleolus nicht vorhanden. Das Bläschen hatte nach dem Eiinnern zu noch eine ziemlich scharfe Contour, doch war letztere an der Bucht sehr verwischt. Es machte den Eindruck, als wenn feine Plasmakörnchen des Eies im Begriff wären, in das Keimbläschen einzudringen. Man sieht also, dass man es hier nicht mehr mit einem regelrechten Keimbläschen zu thun hat, sondern dass dasselbe schon ziemlich

*) No. 56, pag. 149.

stark verändert ist. In grösseren Eiern war es mir nicht möglich, auch nur eine Spur eines Keimbläschens oder Eikerns aufzufinden. Bei C. auratus war es in einem um ein Geringeres grösseren Ei noch vorhanden.

Das Verschwinden des Keimfleckes lässt sich bei C. auratus besser verfolgen; das Eichelstadium habe ich hier nicht beobachtet. Der Keimfleck erscheint uns stets als eine völlige Kugel, in der höchstens einige kleine Vacuolen zu sehen sind. Beim Heranwachsen des Eies wächst auch das Keimbläschen und der Nucleolus bedeutend, wie aus den Figuren ersichtlich ist. Der Nucleolus legt sich an die Peripherie des Keimbläschens, und in seiner Nähe treten mehr oder weniger kleine Chromatinkugeln auf, während der Nucleolus selbst kleiner zu werden scheint. In Fig. 20—22 habe ich 3 Keimbläschen abgebildet, aus denen dies Verhalten hervorgeht.

Während in Fig. 20 und 21 noch der Nucleolus durch seine Grösse kenntlich ist, ist er in dem Fig. 22 abgebildeten Keimbläschen gar nicht mehr zu unterscheiden. Was aber aus den kleinen Ballen wird, ist mir nicht klar geworden. Manchmal schien es (Fig. 21), als ob ein Kügelchen aus dem Keimbläschen auswandern wollte; bei genauerer Untersuchung zeigte sich aber stets, dass dasselbe durch das Schneiden von der Stelle gerückt war und ein klein wenig über der Ebene des andern lag. Thatsache ist jedenfalls, dass die kleinen Kugeln erst zu etwas grösseren zusammenfliessen und dass diese endlich aus dem Keimbläschen geschwunden sind. Das deutet jedoch noch immer nicht darauf hin, dass dieselben nun auch herauswandern und dort zu Epithelzellen, Dotterkernen oder dergleichen werden müssen. Sie können sich ebenso gut auflösen oder in ihrer chemischen Zusammensetzung verändern, so dass sie sich nicht mehr färben. — Immer scheint dieser Prozess nicht so früh vor sich zu gehen, denn ich habe ein grösseres Ei und peripherischer Keimbläschenlage beobachtet, in welchem noch ein deutlicher Nucleolus lag, während sonst der Zerfall schon in Eiern von 0,5 mm Länge beginnt. Jedenfalls scheint mir bei beiden Arten von Carabus ein Stadium vorzukommen, wo im Keimbläschen absolut keine färbbare Substanz nachzuweisen ist. Ich werde auf diesen Punkt später noch einmal zurückkommen.

In dem fast völlig ausgebildeten Ei von C. auratus (Fig. 23), das schon im Eiergang liegt und ein fertiges Chorion hat, findet man keine Spur eines Keimbläschens. Ich habe mehrere Eier in sehr sorgfältige Serien zerlegt und nichts auffinden können. Das

ganze Ei ist mit grösseren und kleineren Dotterkugeln von 2—12 μ Grösse angefüllt, von denen die grösseren stark gekörnelt erscheinen. Oft macht es sogar den Eindruck, als ob kleine Vacuolen in ihnen enthalten wären (Taf. X, Fig. 236). Am oberen Pol des Eies findet man an der Peripherie gewöhnlich mehrere Flecke, die sich stark mit Carmin und Haematoxylin färben. Sie haben eine Grösse von 6—25 μ und liegen meistens der Dotterhaut hart an oder doch wenigstens in ihrer Nähe; bald sind sie abgeplattet, bald rund, bald auch ganz amoeboid zerflossen (Tafel X, Fig. 234). Die Dotterkörner selbst färben sich nur ganz schwach violett. Auf den ersten Blick scheint man es hier mit kernartigen Gebilden zu thun zu haben, nähere Betrachtung mit starken Oelimmersionen (Zeiss $^1/_{18}$) lehrt uns, dass dasselbe Anhäufungen von feinen färbbaren Partikeln sind, welche im Allgemeinen zwischen den Dotterballen der peripheren Schicht zerstreut liegen.

In Fig. 235 sehen wir, wie sich an einer Stelle die feinen blauen Körnchen, welche in der Peripherie stark, im Centrum des Eies weniger zahlreich zwischen der Dotterballen vertheilt liegen und welche wol als Eiplasma aufzufassen sind, angesammelt haben. In Fig. 236 hat solch ein Fleck bedeutend an Ausdehnung gewonnen. Es hat den Anschein, als ob die Dotterkugeln in seiner Umgebung aufgelöst und theilweise mit in seine Substanz umgewandelt würden, wenigstens sieht man im Innern und an der Peripherie des Fleckes Vacuolen von der Grösse der Dotterkugeln. Etwas weiter von dem Fleck entfernt, finden sich noch ganz blasse Kugeln; es scheint sich hier um einen Auflösungsprozess zu handeln. Ich glaube, ich gehe nicht fehl, diesen Vorgang als das erste Auftreten des Keimhautblastems (Weismann) zu bezeichnen, wenn ich das auch nicht beweisen kann. Um eine Kernsubstanz handelt es sich auf keinen Fall.

Wenn ich noch einmal kurz die Beobachtungen über Carabus zusammenfasse, so handelt es sich um Folgendes:

Aus den Keimkernen des Endfaches differenziren sich die Keimbläschen heraus, indem die chromatische Substanz bis auf einen Nucleolus, Keimfleck, schwindet.

Das Keimbläschen, das Anfangs central lag, rückt an die Peripherie des Eies, plattet sich dort ab, verliert seinen Nucleolus und scheidet vielleicht Ballen nach der Peripherie des Eies hin aus.

Im reifen Ei ist keine Spur vom Keimbläschen oder Eikern mehr aufzufinden.

Pterostichus elatus.

Von dieser Form habe ich nicht viel Neues zu berichten, da die Vorgänge am Keimbläschen denen bei Carabus sehr ähnlich sind.

Das grosse Keimbläschen junger Eier sieht dem von Carabus ganz gleich; es hat einen grossen Nucleolus, der sich, wie bei C. auratus, schon früh bildet. In dem Ei, das in seinem ganzen Innern schon stark mit Dotter angefüllt ist, finden wir das Keimbläschen zuerst excentrisch, später liegt es dann ganz der Wand des Eies an. Niemals ist auf diesem Stadium eine Spur von einem Nucleolus zu entdecken; in dem ganzen Keimbläschen färbt sich nichts. In völlig reifen Eiern ist von einem Keimbläschen nichts mehr nachzuweisen.

Die ganze Umwandlung des Keimbläschens schliesst sich am meisten an die von Carabus auratus an.

Dytiscus marginalis.

Tafel V, Fig. 24—30.

Bei dieser Form habe ich zwei sich ziemlich stark von einander unterscheidende Keimbläschenmetamorphosen erhalten, von denen eine wohl auf künstliche Einwirkungen der Reagentien zurückzuführen ist. Eine Serie von Schnitten durch Dytiscus-Ovarien stellte mir Herr Dr. KORSCHELT zur Durchsicht zur Verfügung; bei diesen zeigten sich in allen Eiern die Keimbläschen mit äusserst stark gefärbter chromativer Substanz erfüllt. Bei meinen eigenen Schnitten aber war in den Keimbläschen so gut wie nichts von Chromatin zu entdecken. Wahrscheinlich ist hier dasselbe aufgelöst durch irgendwelche Reagentien, vielleicht hing es aber von der Natur der verschiedenen Individuen ab. Ich werde mich im Allgemeinen den Bildern anschliessen, wie sie Dr. KORSCHELT's Praeparate mir zeigten.

In jungen Eiern von 0,11 mm Länge ist das Keimbläschen ein 0,04 mm grosses Bläschen, das von einer sehr feinen Plasmamasse angefüllt ist. Im Innern befindet sich ein grosser Ballen chromatischer Substanz, welcher sich ausserordentlich intensiv färbt; derselbe füllt das Keimbläschen bis auf eine Randzone aus (Fig. 24). Der Chromatinballen ist nicht homogen; er besteht aus einer Menge von grösseren oder kleineren Körnern, die, sehr dicht aneinanderliegend, zusammen die Form eines Ballens von unregelmässiger Contour annehmen.

Das nächste Ei zeigt das Keimbläschen noch an derselben Stelle im Centrum liegen, doch hat es eine amoeboide Gestalt angenommen, der Rand zeigt an einigen Stellen stumpfe breite Fortsätze (Fig. 25). Der grosse Chromatinballen hat sich etwas verkleinert, es haben sich mehrere Partikel von demselben abgelöst, welche nun daneben liegen. Dieser Prozess ist noch viel weiter fortgeschritten in dem Ei, das in Fig. 26 abgebildet ist. Das Keimbläschen ist schon in die Länge gestreckt und in der Mitte etwas eingebogen, so dass es bisquitförmig geworden ist: es hat hier schon eine Länge von 0,125 mm. Die Chromatinmasse hat sich in eine grosse Anzahl einzelner, kleiner Brocken aufgelöst, welche das ganze Centrum des Keimbläschens durchsetzen, während die peripherische Schicht desselben von ihnen frei bleibt. — Jetzt fängt das Chromatin an, allmählig zu schwinden und zwar zuerst am oberen Pol.

Figur 27 zeigt das obere Ende eines 0,796 mm langen Eies, welches bei *a* einen grossen Plasmafortsatz zwischen die Nährzellen gestreckt hat. Ganz an diesem Pol, dicht unter dem Fortsatze des Eies liegt nun auch der obere Pol des enorm grossen Keimbläschens (0,29 mm lang). Dasselbe ist ganz in die Länge gezogen, so dass es den Eindruck macht, als ob es activ sich nach dem oberen Eipol ausgedehnt hätte, von wo dem Ei entschieden eine Menge von Nahrung zugeführt wird, oder als ob das Ei, indem es seinen Plasmafortsatz zwischen die Nährzellen sandte, dasselbe comprimirt und so in die Länge gedehnt hätte. Am oberen Pol ist das Keimbläschen ganz scharf contourirt, am unteren dagegen ist es etwas wellig ausgebuchtet. Das Chromatin hat sehr abgenommen; es ist in kleine Brocken zerfallen, die am unteren Pol bedeutend zahlreicher liegen als am oberen. Figur 28 zeigt das Keimbläschen eines noch etwas älteren Eies bei derselben Vergrösserung. Es ist bedeutend gewachsen, das Chromatin hat noch mehr abgenommen, so dass der obere Pol fast vollständig von demselben befreit ist. Das untere Ende des Keimbläschens, das schon im vorigen Stadium etwas unregelmässig begrenzt war, zeigt hier eine Menge von ganz spitzen Fortsätzen. Wenn wir uns den Rand eines solchen Keimbläschens mit stärkerer Vergrösserung betrachten, so zeigt sich, dass die ganze Kernsubstanz feinkörnig erscheint, dass aber die äussersten Spitzen oder Fortsätze völlig hyalin sind (Fig. 29). Es findet also hierwohl das Ausstrecken der amoeboiden Fortsätze geradeso wie bei den wirklichen Amoeben statt, erst wird ein hyaliner Fortsatz ausgestreckt, in welchen dann die Körnchen nachströmen. Die

grösseren Chromatinkugeln enthalten kleine Vacuolen. Niemals habe ich ein Auswandern von Körnchen beobachten können, kein einziges Bild lässt darauf schliessen.

Bei allen bis jetzt beschriebenen Eiern ist noch kein Dotter im Eiplasma ausgeschieden.

Bei dem nächsten Ei, das in seiner ganzen Ausdehnung schon feine Dottermolekel enthält, zeigt sich das Keimbläschen noch im Centrum gelegen. Aeltere Eier waren in dieser Serie nicht vorhanden, an welchem etwas zu sehen war.

An meinen eigenen Schnitten zeichnet sich das Keimbläschen, wie schon bemerkt, durch den Mangel an Chromatin aus, auch ist es stets ziemlich viel kleiner als bei KORSCHELT's Präparaten.

Die langgestreckte Form habe ich auch nicht beobachtet, es war stets mehr kreisrund, zeigte jedoch die spitzen zackigen Fortsätze in ganz derselben Weise, wie ich oben beschrieben habe.

Hier habe ich auch noch bei einem Ei von 2,74 mm Länge einen Kern beobachtet (Fig. 30). Derselbe lag an der Peripherie, ungefähr in halber Höhe des Eies, etwas mehr dem oberen Pol genähert. Das Ei war völlig mit grossen Dotterballen angefüllt, die sich leicht rosa färbten (Carminpräparat). Einige derselben, welche in der Nähe des Keimbläschens lagen, zeichneten sich durch bräunliche Färbung und starke Granulirung aus (Fig. 30, *a*). Ueber ihre Entstehung weiss ich jedoch nichts Näheres anzugeben. Das Keimbläschen ist als solches ganz verschwunden, es hat sich in einen amoeboiden Kern verwandelt, der einen kleinen Nucleolus besitzt und dessen Grundsubstanz ziemlich starkkörnig ist. In seiner grössten Ausdehnung ist der Kern 171 μ lang.

Es folgt hieraus, dass zwischen dem vorigen und diesem Stadium das Keimbläschen grosse Umwandlungen erfahren haben muss. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind diese an der Peripherie des Eies vor sich gegangen, denn so lange das Keimbläschen im Eicentrum lag, hatte es stets noch Bläschenform, hier aber, an der Peripherie gelegen, ist es völlig verändert, ist zum Eikern geworden.

In noch grösseren Eiern (das vorige hatte kaum seine halbe definitive Grösse erreicht) ist nichts mehr von einem Kern nachzuweisen. Derselbe ist völlig zwischen den grossen Dotterballen verschwunden.

Dieser Vorgang scheint mir zu beweisen, dass die Reifung, d. h. die Umwandlung des Keimbläschens zum Eikern, mit dem Verschwinden desselben nichts zu thun hat. Ersteres geschieht viel

früher an der Peripherie des Eies, wie sich fast bei allen Formen direkt nachweisen oder erschliessen lässt.

Silpha atrata und sinuata.

Tafel V Fig. 31—35, Tafel X Fig. 237 und 238.

Bei der Gattung Silpha erleidet das Keimbläschen höchst seltsame Umwandlungen, welche in beiden Formen der Gattung gleich sind. Ich werde also bei der Beschreibung mich nicht an eine besondere Art halten.

Ganz frappant sind hier wie bei Necrophorus die Resultate, die man durch die oben beschriebene Doppelfärbung mit Pikrocarmin und Haematoxylin erhält. Man erzielt dadurch Bilder, wie sie auf Tafel X Fig. 237 und 238 dargestellt sind, wobei ich bemerken möchte, dass die Farben keineswegs übertrieben sind; oft sind die Unterschiede noch greller. Das Keimbläschen zeichnet sich von seinem ersten Auftreten an durch seine rothe Farbe aus, wogegen das Eiplasma dunkelblau erscheint. Wenn der Dotter auftritt, so ist der Unterschied nicht mehr so frappant, doch ist auch dann das homogene, amoeboid zerflossene Keimbläschen von dem sich etwas mehr violett färbenden Dotter gut zu unterscheiden.

In den jüngsten Eizellen, welche im unteren Theil des Endfaches liegen, zeichnet sich das Keimbläschen schon bei ganz flüchtiger Betrachtung durch seine rothe Farbe aus, während die Keimzellen und Follikelzellen blau sind. In Fig. 31 Tafel V sind die jüngsten Eier abgebildet. Dieselben haben ein gleichmässig feinkörniges Plasma, die Grundsubstanz des Keimbläschens ist völlig homogen, leicht rosa gefärbt und der Nucleolus, der sich hier sehr blass färbt, wurde stets nur in der Einzahl beobachtet. Bei *a* liegen die Eizellen noch in dem Syncitium des Keimfaches eingebettet, bei *b* hat sich aber um das Ei schon ein Follikelepithel ausgebildet, das sich durch seine langgestreckten Kerne auszeichnet. Diese längliche Form der Follikelkerne macht sich in älteren Eiern nicht mehr bemerkbar. (Der Schnitt durch dieses Ei ist etwas schief gefallen.) Das Keimbläschen, das sonst noch dieselben Eigenschaften wie in den ganz jungen Eiern hat, ist etwas amoeboid geworden, es sendet einige stumpfe Fortsätze aus; von einer Membran ist auch nicht die leiseste Spur wahrzunehmen.

Ganz ähnlich finden wir noch das in Fig. 32 dargestellte Stadium. Das Ei ist bedeutend gewachsen und mit ihm das Keimbläschen,

sowie der Keimfleck; die amoeboiden Bewegungen treten etwas stärker auf. Das Ei hat hier eine Grösse von 106 μ, das Keimbläschen von 16 μ und der Keimfleck von 4 μ.

Das nächste Ei bietet uns nun schon einen ganz anderen Anblick dar. Das Keimbläschen ist bedeutend gewachsen und dem oberen Eipol genähert. Es ist derartig zerflossen, dass es den Eindruck macht, als ob eine dünnere, rosa Flüssigkeit in eine zähe blaue hineingegossen wäre und dieselbe auseinander getheilt hätte. In Fig. 237 Tafel X ist das Ei bei schwächerer Vergrösserung abgebildet, Fig. 238 zeigt das stärker vergrösserte Keimbläschen, wenn man es überhaupt als Bläschen bezeichnen darf.

Am oberen Pol des Eies, das ohne Follikelepithel 0,4 mm lang ist, ist schon ein wenig Dotter ausgeschieden, wenigstens färbt sich das Eiplasma weniger intensiv blau; es ist aber auch möglich, dass wir es hier nur mit einer Vacuolenbildung zu thun haben, wodurch das Plasma gewissermassen eine netzige Structur annimmt. Der eigentliche Dotter scheidet sich nämlich später vom Follikelepithel aus, zuerst besonders an den langen Seiten des Eies.

Das Keimbläschen, das in seiner grössten Ausdehnung eine Länge von 105 μ erreicht hat, ist gegen den oberen Eipol abgeplattet, nach unten aber streckt es zwischen das Eiplasma einen langen Fortsatz aus, der seinerseits wieder ganz spitze Zacken zwischen das Plasma schickt (cf. Fig. 238). Wie sehr zerflossen es in allen Ebenen ist, kann man auch daran erkennen, dass bei *a* noch ein Plasmatheil des Eies mit in den Schnitt gefallen ist, der hier scheinbar ganz isolirt liegt, aber natürlich in anderen Schnitten mit dem Eiplasma zusammenhängt.

Die Grundsubstanz des Keimbläschens ist äusserst fein granulirt, wie sehr feines, geronnenes Eiweiss. Ausser dem Nucleolus, der eine Grösse von 18 μ hat und viele Vacuolen von verschiedener Grösse enthält, liegen im Kernplasma noch eine Anzahl kleiner, sich violett färbender Kugeln von 1—4 μ Durchmesser. Ob dieselben aus dem Nucleolus stammen oder ob sie als Paranucleolen des Kerngerüstes aufzufassen sind, weiss ich nicht. BALBIANI beschreibt bei Phalangium [11], dass der Nucleolus Vacuolen enthält, welche an die Oberfläche rücken, dort platzen und ihren Inhalt in das Keimbläschen übertreten lassen. Obgleich nun die Vacuolen hier bei Silpha eine ganz ähnliche Farbe wie diese kleinen Kugeln haben, so glaube ich doch nicht, dass letztere aus dem Inhalt der ersteren gebildet sind, doch lässt sich auch das Gegentheil nicht beweisen.

Diese amoeboiden Bewegungen des Keimbläschens nehmen nun noch immer zu, so dass dasselbe sich von einem Eipol zum anderen erstreckt (Fig. 33). Am oberen Pol ist es bedeutend breiter als am unteren, von allen Stellen scheinen feine Fortsätze ausgehen zu können. Es erinnert diese colossale Beweglichkeit ganz an Weismann's Schilderung des Furchungskernes bei den Gallwespen [171]. Bis jetzt war im Ei noch nichts von Dotter zu sehen.

Die Dotterballen treten nun zuerst am unteren Pol und an den Längsseiten des Eies auf und rücken allmählich nach dem Centrum des Eies vor. So lange das Eiinnere in der Umgebung des Keimbläschens noch frei von ihnen ist, zeigt das letztere noch seine fabelhaft amoeboiden Bewegungen, wie man in der Figur 34 (Taf. V) sehen kann.

Der Nucleolus liegt noch an derselben Stelle, wie vorhin, nämlich am oberen Pol. Dort ist auch das Keimbläschen etwas weniger stark zerflossen als am entgegengesetzten Ende, wo es zum Theil geradezu zerfranst ist und den Eindruck macht, als ob seine Substanz ganz zwischen die Dotterkörnchen hineinfliessen wollte. Das untere Ende aber ist in dem Ei, das Fig. 34 abgebildet ist, noch beinahe ebenso breit wie das obere. Je mehr Dotter nun in dem Ei ausgeschieden wird und je mehr derselbe dem Eicentrum näherrückt, desto schmäler wird der untere Teil des Keimbläschens, gerade als ob der vorrückende Dotter in die Keimbläschensubstanz sich hineinpresste. Am oberen Pol ist noch ein ziemlich grosses Stück des Eikerns nebst Nucleolus gelegen, ganz dem Follikelepithel angeschmiegt. Nach unten ist aber auch dieser in ganz feine Fransen aufgelöst; mit diesem Theil geht entschieden derselbe Process vor sich, welcher den unteren Theil schon beinahe zum Verschwinden gebracht hat. Dieser letztere ist in Fig. 35 schon ganz von dem oberen losgelöst und besteht nur noch aus einem äusserst feinen Streifen homogener Substanz, welche sich wie das Keimbläschen ganz hellroth färbt. Diese beiden Figuren 34 und 35 scheinen mir geradezu ein Beweis dafür zu sein, dass durch die allmähliche Anhäufung des Dotters das Keimbläschen zum Schwinden gebracht wird, d. h. seine Substanz zwischen die Dotterballen aufgenommen wird, wo dieselbe natürlich nicht mehr nachweisbar ist. Zugleich kann man aber auch hieran sehen, dass das amoeboide Zerfliessen, das mit dem endlichen Verschwinden endigt, mit der eigentlichen Reifung nichts zu thun hat; diese geschieht wohl erst, wenn das Keimbläschen an der Peripherie liegt. Die Dotterausscheidung beginnt hier vielleicht schon vordem die Reifungserscheinungen begonnen haben. (?)

In den Eiern, welche noch grösser waren (das zuletzt beschriebene war 0,95 mm lang) und in welchen der Dotter schon an allen Stellen ausgeschieden war, konnte ich vom Keimbläschen oder Eikern keine Spur mehr erblicken.

Necrophorus vespillo.

Tafel V, Fig. 36—39.

Die Eier von Necrophorus schliessen sich, was das Keimbläschen betrifft, ganz an die der Gattung Silpha an. Auch der Färbungsunterschied zwischen Keimbläschen einerseits und Eiplasma und Follikelzellen andererseits ist ebenso scharf wie bei Silpha.

Das jüngste beobachtete Ei, das gleich am Endfach lag und schon eine Grösse von 50 : 77 μ hatte, zeigte ein sehr feinkörniges, blau gefärbtes Plasma. In seinem Centrum lag das ovale 18 : 37 μ grosse Keimbläschen, welches, leicht rosa gefärbt, einen feinkörnigen Inhalt zeigte und mehrere Nucleolen enthielt. (Fig. 36, Tafel V).

In einem schon bedeutend herangewachsenen Ei, dessen Länge 0,9 mm betrug, in welchem aber noch nichts von Dotter zu sehen war, hatte das Keimbläschen eine ganz andere Form angenommen. Es war sehr stark amoeboid zerflossen; der Hauptsache nach sehr in die Länge gestreckt, (Länge 0,5 mm, Breite durchschnittlich 0,1 mm) zeigte es überall an seinem Umfange verschieden lange, meistens spitze Fortsätze. Ein kleiner, schwach violett gefärbter Nucleolus lag in seinem Innern. Seine Lage war noch im Eicentrum, dem oberen Pol etwas mehr genähert.

In dem nächsten zu beschreibenden Stadium ist in dem Ei schon viel Dotter ausgeschieden, besonders am Rande und am oberen Pol; im Centrum in der Nähe des unteren Eiendes ist noch ein kleiner Theil frei von Dottermolekeln geblieben (Fig. 38, Taf. V). Das Keimbläschen ist an die Peripherie gerückt und zeigt eine noch bedeutend unregelmässigere Gestalt als im vorigen Ei. Es macht ganz den Eindruck, als ob sich die Keimbläschensubstanz allmählich zwischen die Dotterpartikel vertheilen wollte oder auch als ob letztere in das Keimbläschen hineingedrückt würden. Ein kleiner blasser Nucleolus ist noch nachzuweisen.

Fig. 39 zeigt uns nun ein Ei, bei dem der Schwund des Keimbläschens noch weiter vor sich gegangen ist. Wir sehen, dass in

dem 1,5 mm langen Ei der Dotter schon sehr stark ausgebildet ist; am oberen Pol und in der Peripherie sind die Körnchen grösser als am unteren Pol. Das Keimbläschen liegt noch an derselben Stelle wie im vorigen Ei. Es ist jedoch in der Grösse ausserordentlich zurückgegangen, indem seine grösste Länge nur noch 0,13 mm beträgt. An einer Stelle, am oberen Ende, ist ein kleiner blasser Fleck zu sehen, der wohl als Rest des in Auflösung begriffenen Nucleolus aufzufassen ist.

Das Ei wächst nun noch ziemlich stark heran, während das Keimbläschen völlig schwindet, so dass nichts mehr von demselben nachzuweisen ist.

Die Eier von Necrophorus unterscheiden sich demnach nur darin von den Silpha-Eiern, dass bei diesen das Keimbläschen zuletzt am oberen Pol gelagert ist, während es bei jenen an einer Längsseite des Eies zu Grunde geht resp. verschwindet. Das ist wohl kein principieller Gegensatz.

Einen Austritt von Ballen aus dem Keimbläschen habe ich bei diesen Formen niemals beobachten können, deshalb ist aber durchaus noch nicht ausgeschlossen, dass ein solcher nicht stattfindet.

Geotrupes und Cetonia.

Tafel V, Fig. 40—44.

Bei diesen beiden Lamellicornengattungen konnte ich nicht viel Wichtiges constatiren. Die Eier scheinen sich sehr rasch aus den Keimzellen heraus zu differenziren, so dass man im Endfach kaum junge Stadien findet. Bei jüngeren, 55 μ langen Eiern findet man das 12 μ im Durchmesser messende Keimbläschen im Eicentrum liegen; es hat eine kreisrunde oder ein klein wenig unregelmässig runde Form (Fig. 40, Taf. V). In seinem Innern liegen mehrere stark gefärbte Nucleolen.

Das Keimbläschen wächst nun mit dem Ei sehr stark heran, so dass es eine Grösse von 0,22 mm erreichen kann (Fig. 43). Es liegt noch im Centrum des Eies als runde Blase, wenn sich an der Peripherie schon etwas Dotter ausgeschieden hat.

Betrachten wir zuerst Fig. 41. In die helle homogene Grundsubstanz sind eine grosse Anzahl von Nucleolen von runder oder länglicher Gestalt eingelagert. Dieselben liegen in concentrischer Anordnung um einen homogenen Kern, der etwas dunkler als die Kerngrundsubstanz gefärbt ist. Ein Theil der Nucleolen liegt auch in dieser homogenen Masse.

Ganz ebenso ist das Verhältniss bei Cetonia, nur dass in diesem Stadium das Keimbläschen schon an der Peripherie liegt. (Fig. 44, Taf. V.)

In etwas älteren Eiern von Geotrupes als den vorhin beschriebenen finden wir die Anzahl der sich färbenden Partikel im Keimbläschen bedeutend vermehrt, jedoch haben die einzelnen Kügelchen sehr an Grösse abgenommen (Fig. 42. 43, Taf. V). Die einzelnen Partikel (Mikrosomen?) sind scheinbar durch feine Fäden mit einander verbunden. Fig. 43 zeigt einen tieferen Schnitt, wo auch der homogene Kern, in dessen Centrum hier noch dunkle Körnchen gelagert sind, mitgetroffen ist. Von diesem Centralkörper aus scheinen die feinen Fäden ihren Ursprung zu nehmen, reichen aber nicht bis an die Peripherie des Keimbläschens. Ich schliesse hieraus, dass wir es mit einer Schrumpfung zu thun haben, wodurch das „Kerngerüst" nicht ganz in seiner Lage erhalten ist. Dass es sich hier um die Spuren eines Kernnetzes handelt, daran wird, wie ich denke, wohl kein Zweifel sein. In Fig. 42, Taf. V ist dasselbe Netz eines anderen Keimbläschens abgebildet, wo der Schnitt nicht durch das Centrum gefallen ist; es ist nur das Netzwerk getroffen, das hier noch etwas stärker im Keimbläschen ausgebreitet ist als im vorhin geschilderten Falle. Besonders reicht im oberen Theil ein Zug von Fasern und Mikrosomen bis nahe an die Peripherie des Keimbläschens.

In diesem Zustand findet man das Keimbläschen wieder an der Eiperipherie. Bei Cetonia habe ich niemals das Fadenwerk, wohl aber die concentrische Anordnung der Nucleolen constatiren können (Fig. 44, Taf. V).

In ziemlich reifen Eiern ist von einem Keimbläschen oder Eikern nichts mehr nachzuweisen.

Lina populi.

Tafel VI Fig. 45—49.

Bei den Eiern dieses Käfers habe ich ganz deutlich constatiren können, dass, während das Keimbläschen an der Eiperipherie liegt, grosse Ballen aus demselben austreten.

Beginnen wir die Betrachtung mit einem jungen Ovarialei, dessen Keimbläschen noch im Eicentrum liegt (Fig. 45 Tafel VI). Das Ei hat eine Länge von 0,12mm, das Keimbläschen von 0,027mm. In dem homogenen Inhalt des letzteren sind ein grösserer und ein kleinerer Nucleolus zu sehen und ausserdem Rudimente eines Kernnetzes.

In dem folgenden Stadium (Fig. 46 Tafel VI) hat das Ei schon eine sehr dünne Dotterhaut (*dh*), von Dotter ist noch keine Spur vorhanden. Das Keimbläschen ist auf 50 μ herangewachsen und liegt der Eiperipherie schon bedeutend näher. Der Nucleolus hatte sich in diesem Präparat nicht sehr stark gefärbt, war aber immer noch deutlich nachzuweisen. Ausser diesem und einigen feinen Fäden, die wohl als Reste eines Kerngerüstes aufzufassen sind, sind im ganzen Keimbläschen mit Ausnahme der Randzone ganz feine klare Bläschen vertheilt, welche ich jedoch als Kunstprodukte ansehen möchte.

In den jetzt weiter zu beschreibenden Eiern ist schon eine Menge von Dottermolekeln verschiedener Grösse abgeschieden. In Fig. 47 Tafel VI liegt das 0,081mm grosse Keimbläschen der Peripherie des Eies hart an. Sein Inhalt ist fast homogen, an einer Stelle liegen eine Menge von winzigen Nucleolen eingestreut, zwischen denen die Grundsubstanz etwas granulirt erscheint. An der einen Seite ist der Umfang des Keimbläschens vollständig scharf begrenzt und gleichmässig abgerundet. An der anderen, der Eiperipherie zugekehrten Seite finden wir zwei grosse homogene Ballen liegen, die zum Theil noch in die Substanz des Keimbläschens eingebettet erscheinen. Diese Ballen unterscheiden sich bedeutend von den Dotterpartikeln sowohl dadurch, dass sie in ihrem Innern scheinbar eine Vacuole enthalten, (es macht mehr den Eindruck, als ob nur ein rundes Stück der Masse sich im Centrum von der anderen abgeschieden hätte), als auch besonders durch ihre Grösse. Während die grössten Dotterpartikel nur einen Durchmesser von 4 μ erreichen, sind diese Ballen 12 und 14 μ, in einem Falle (Fig. 48) sogar 26 μ gross.

In Fig. 48 sehen wir das Keimbläschen noch ungefähr an derselben Stelle. Sein Rand ist ausgezackt, d. h. mit kleinen amoeboiden Zipfeln versehen. An der einen Seite, ganz an derselben Stelle wie bei Fig. 47, liegt in einer Höhlung des Keimbläschens ein grosser homogener Ballen, der in seinem Centrum noch eine runde Concretion enthält von einer Substanz, die der des Ballens völlig gleich erscheint.

Dieser Ballen färbt sich fast vollkommen gleich wie das Keimbläschen, i. e. ganz rosa, nur erscheint das letztere etwas fein granulirt, während der Ballen homogen ist. Ein kleiner Keimfleck ist im Keimbläschen sichtbar.

Die dritte Figur (Fig. 44), welche ich noch von demselben

Stadium wiedergegeben habe, zeigt uns den Rand des Keimbläschens sehr unregelmässig, aber stets scharf begrenzt. Beinahe überall kann man kleine Fortsätze und Ausbuchtungen bemerken. Im Innern liegt ein grösserer, vacuolenreicher Nucleolus, sowie mehrere kleinere chromatische Körper; die Grundsubstanz ist fein granulirt. Neben dem Keimbläschen befindet sich ein etwas unregelmässiger Körper von 25 μ Länge und 18 μ Breite, welcher aus einer homogenen Substanz besteht, die aber im Innern mehrere Risse und andere Zerfallserscheinungen zeigt. Es ist wohl kein Zweifel, dass dieser Körper mit den eben geschilderten Ballen identisch ist, dass er sich nur losgelöst hat und nun vom Eiplasma allmählich resorbirt wird. Dass der Körper nicht ganz an derselben Stelle, d. h. der Eiperipherie zugewandt liegt, ist wohl ohne Bedeutung, da derselbe, einmal vom Keimbläschen losgelöst, leicht durch irgend welche Contractionen oder Wachsthumserscheinungen des Eies von seiner ursprünglichen Entstehungstelle verschoben werden kann.

Auf dem eben beschriebenen Stadium hat das Ei eine ziemlich runde Form bei einem Durchmesser von 0,369—0,386 mm. Eine dünne hyaline Dotterhaut ist hier abgeschieden.

Bei einem bedeutend grösseren Ei, das etwas länglich war, habe ich noch ein Keimbläschen in ungefähr ein Drittel Höhe des Eies an der Peripherie liegend gefunden; es lag dem oberen Pol mehr genähert als dem unteren. Leider war die Conservirung der Schnitte nicht so gut, dass ich genauere Bilder erhalten konnte.

Lycus aurora.

Tafel VI, Fig. 50. 51. Tafel X, 239–242.

Das jüngste beobachtete Stadium (Fig. 50, Taf. VI) zeigt bei Doppelfärbung mit Pikrocarmin und Haematoxylin oder Dahlia das Keimbläschen rosa mit rothem Kerngerüst, während das Plasma blau ist. Ein Follikelepithel ist noch nicht fertig ausgebildet.

Wenn das Ei etwas heranwächst (Fig. 239, Taf. X), so macht sich der Farbenunterschied noch mehr geltend. Das Keimbläschen liegt noch ganz im Centrum oder wie bei dem abgebildeten Ei etwas excentrisch. Fig. 240 zeigt das Keimbläschen stärker vergrössert, um die beiden Nucleolen, von denen einer grösser als der andere und körnig ist, besonders aber um den schönen Kernfaden zu zeigen. Ein scharf markirtes rothes Band nimmt von dem grösseren Nucleolus seinen Ursprung und schlängelt sich in vielen Windungen im Keim-

bläschen umher. An einigen Stellen ist der Faden unterbrochen, was wohl darauf zurückzuführen ist, dass er dort in einen anderen Schnitt gefallen.

Das Eiplasma ist auch hier wieder dunkelblau gefärbt; an seiner Peripherie bemerkt man eine Lage von runden homogenen und vollkommen farblosen Ballen, die wohl als Dotterkörnchen aufzufassen sind, welche durch das Ei aus Nährstoffen gebildet sind, die ihm das Follikelepithel zugeführt hat. Die Kerne des letzteren zeichnen sich bei diesen jungen Eiern durch ihre langgestreckte Gestalt aus. Das Ei hat auf diesem Stadium einen Durchmesser von 0,13 mm, das Keimbläschen von 0,035 mm.

Während das Ei nun sehr stark anwächst und grosse Mengen von Dotter in sich aufspeichert, vergrössert sich das Keimbläschen nur sehr wenig. Es rückt an die Peripherie des Eies, wo wir es auf Tafel X, Fig. 241 und 242 wiederfinden. Ein Nucleolus ist noch vorhanden, wogegen ich bei diesen beiden Eiern keinen Kernfaden nachweisen konnte. Das wird wohl nur an der Erhaltung und Färbung gelegen haben, denn bei einem anderen Keimbläschen in derselben Entwicklungsstufe konnte ich denselben sehr deutlich erkennen.

Ich möchte hier noch einmal auf den Färbungsunterschied aufmerksam machen. Das Ei in Fig. 241 ist mit Pikrocarmin und Dahlia behandelt, das Keimbläschen hat sich röthlich-violett gefärbt und auch der Dotter ist ganz schwach violett. Das Fig. 242 abgebildete Ei ist nur von Dahlia-Färbung getroffen, welche das Follikelepithel sehr stark gefärbt hat; der Dotter aber und das Keimbläschen sowie der Nucleolus sind völlig farblos geblieben und nur durch ihre verschiedene Lichtbrechung ganz schwach erkenntlich. Haematoxylin bewirkt ganz dasselbe.

Bisweilen findet man das Keimbläschen an der Eiperipherie eingedrückt. Ein einziges Mal habe ich in solchen Eindrücken hyaline Ballen beobachtet. Ich habe dies Keimbläschen auf Taf. VI, Fig. 51 abgebildet. In zwei Vertiefungen desselben liegen homogene Ballen, welche allerdings den grösseren Dotterkugeln an Lichtbrechungsvermögen und Grösse völlig gleichen. Ich halte es aber durchaus nicht für ausgeschlossen, dass diese Ballen sich aus der Substanz des Keimbläschens ausscheiden, sich nachher vom Keimbläschen ablösen und endlich aufgelöst werden. Die weiter unten beschriebenen Funde bei Lepidopteren, Dipteren und Hymenopteren lassen diese Vermuthung zu.

In dem ganz ausgewachsenen Ei von Lycus aurora ist von einem Keimbläschen oder von einem Eikern nichts mehr zu finden.

Periplaneta orientalis.

Tafel VI, Fig. 52—57.

Die Eiröhren von Periplaneta sind von BRANDT [36] genauer beschrieben; wie bei allen Orthopteren reihen sich die Eier ohne dazwischen eingeschaltete Nährzellen aneinander. An dem frischen Object ist in Bezug auf das Keimbläschen nicht viel zu sehen, in allen jüngeren Eiern ist letztere als wasserhelle, runde Blase deutlich erkennbar. In dem jüngsten Ei war noch kein Nucleolus zu sehen (Fig. 52, Taf. VI). Derselbe bildete sich erst allmählich heraus, bis er ungefähr im fünften Ei vom Keimstock aus seine volle Grösse erreicht hatte (Fig. 53). In den reiferen Eiern wird mit dem Zunehmen des Dotters das Keimbläschen undeutlich, bis endlich nichts mehr von ihm zu sehen ist.

Wenn man die Eiröhren mit Methylgrünessigsäure behandelt, so färbt sich, wie dies v. WIELOWJESKY [74] angegeben hat, der Nucleolus absolut nicht, während die Kerne des Follikelepithels sehr gut die Farbe annehmen.

Im Keimbläschen zeigt sich unter Einwirkung dieses Reagens, sowie bei einfachem Essigsäurezusatz eine feingestrichelte Structur, ein sehr engmaschiges Kernnetz (Fig. 52. 53). An conservirtem Material lassen sich davon nur noch Spuren nachweisen.

Bei ganz jungen Eiern färbt sich das Protoplasma etwas dunkler als das Keimbläschen. Letzteres stellt dann eine helle homogene Blase dar, in der im Centrum oder auch excentrisch ein, in seltenen Fällen auch 2 Nucleolen liegen (Fig. 54, Taf. VI). Wenn das Ei etwas heranwächst, so wechselt das Verhältniss insofern, als das Keimbläschen etwas dunkler als das Plasma erscheint. Ein solches 0,415 mm langes Ei, in dem noch kein Dotter ausgeschieden ist, zeigt uns Fig. 55 (Carminpräparat). Das Keimbläschen liegt noch ganz im Centrum des Eies. Fig. 56 zeigt ein anderes Keimbläschen desselben Stadiums bei stärkerer Vergrösserung. Wir sehen ausser dem etwas körnigen Nucleolus (*n*) eine Anzahl kleinerer stark färbbarer Kügelchen, die wohl als Bestandtheile des Kerngerüstes, als Paranucleolen aufzufassen sind. Die hier und dort in der Grundsubstanz vertheilten feinen Körnchenanhäufungen (*a*) sind dort als die Reste des Gerüstes anzusehen, das durch diese Conservirung zerstört worden ist.

Reifere Eier, in denen viel Dotter abgelagert ist, lassen sich sehr schlecht schneiden. Dies ist bei allen Orthopteren der Fall, weshalb ich von dieser Ordnung nur wenige Formen bruchstückweise untersucht habe. Das Dotter bildet nämlich nicht wie bei anderen Formen runde Kugeln, sondern ganz unregelmässige, verschieden grosse Schollen, welche dem schneidenden Messer Widerstand entgegensetzen und den Schnitt zerreissen.

Nur einmal gelang es mir bei einem 0,73 mm langen Ei, das Keimbläschen an der Peripherie liegend zu finden. Es befand sich ungefähr in halber Höhe des Eies an einer langen Seite und war, wie Fig. 57 zeigt, an einer Seite, welche dem Follikelepithel zugekehrt war, völlig eingebuchtet. In dieser grossen Bucht lag nun ein kugelrunder, dotterähnlicher Körper von 13 μ Durchmesser. Durch seine Gestalt unterschied sich dieser, wie man aus Fig. 57, Taf. VI sehen kann, wesentlich von den Dotterelementen, welche alle ganz unregelmässige Schollen darstellten. Ich halte es nun für wahrscheinlich, dass dieser Ballen aus der Substanz des Keimbläschens seinen Ursprung genommen hat, von ihr abgeschnürt ist. Das Keimbläschen selbst färbte sich allerdings bedeutend stärker, als erwähnter Ballen, was jedoch nicht absolut im Widerspruch mit meiner Ansicht von der Entstehung des letzteren steht. Es können nach der Abschnürung sehr wohl bedeutende chemische Veränderungen in dem Ballen stattgefunden haben.

In dem Keimbläschen zeigten sich ausser zwei Keimflecken noch einige Paranucleolen.

Das Ei wächst nun noch ganz bedeutend; in Stadien, die älter als das oben beschriebene waren, gelang es mir niemals, einen Kern nachzuweisen.

Gryllotalpa vulgaris.

Tafel VI, Fig. 58—61.

Diese Form sowie Locusta sind ausser durch die eigenthümliche Dotterbeschaffenheit noch dadurch zur Untersuchung ungünstig, dass sich das Keimbläschen durch die Färbungen so sehr wenig differenzirt. Bei schwächeren Vergrösserungen ist es immer nur an einem Haufen von Chromatinkörnern erkennbar und erst bei Benutzung von starken Systemen sieht man, dass diese Körnchen in einer Substanz liegen, die sich vom Eiplasma etwas absetzt, die aber genau dieselbe Farbe wie letzteres hat.

Ein ganz junges Ei, das oberste einer Eiröhre, sehen wir Fig. 58, Taf. VI abgebildet; das Keimbläschen liegt ziemlich central. Letzteres zeigt Fig. 60 bei stärkerer Vergrösserung. Ein eigentlicher Keimfleck ist nicht vorhanden; vielmehr liegen in der Kerngrundsubstanz zerstreut Chromatinpartikel von 4 μ Durchmesser bis zu unmessbarer Feinheit. Diese Körnchen treten an einer Seite des Keimbläschens stärker auf als an der anderen. Die 3 grössten Körnchen zeichnen sich durch etwas hellere Färbung aus (*a*) und werden wohl als Nucleolen zu deuten sein, während ich die übrigen Partikel für Bestandtheile des Kerngerüstes halten möchte.

Bei etwas älteren Eiern, in denen das Keimbläschen noch im Centrum liegt, zeigt letzteres oft amoeboide Fortsätze (Fig. 60); die chromatischen Körper sind noch mehr als im vorigen Stadium an der einen Seite des Keimbläschens concentrirt.

Je mehr nun das Ei heranwächst, desto mehr rückt das Keimbläschen an die Peripherie, bis es derselben hart anliegt. (Fig. 61 Taf. VI.) Seine Contouren sind hier kaum noch zu erkennen, höchstens dadurch, dass die Kerngrundsubstanz etwas homogener ist als das Eiplasma. Die Chromatinpartikel finden wir an dem einen Pol, und zwar an dem unteren. Es hat sich ein grosser Nucleolus wohl durch Verschmelzung mehrerer kleinerer herausgebildet. Von dem unteren Pol aus sieht man ein feines Netz ausgehen, das gegen den anderen Pol allmählig undeutlich wird und sich verläuft; die einzelnen Fäden, welche sich mit einander verbinden, bestehen aus sehr feinen Körnchen (Mikrosomen?), zwischen denen eine nichtfärbbare Substanz liegt. Es ist wohl kein Zweifel, dass wir es hier mit einem regelrechten Kerngerüst zu thun haben.

In älteren Eiern, in denen schon Dotter abgeschieden war, konnte ich keine Spur eines Keimbläschens nachweisen.

Locusta viridissima.

Tafel VI, Fig. 62—64.

Ein junges Ei von 0,13 mm. Länge, zeigt das Keimbläschen im Centrum (Fig. 62 Taf. VI). Ein Nucleolus ist nicht zu bemerken; dagegen zeigen sich im ganzen Keimbläschen zahllose Chromatinbrocken versteckt, welche ich für die optischen Querschnitte eines Kernfadens ansehen möchte. Das Keimbläschen macht auf diesem Stadium ganz den Eindruck des Kernes von einer Nährzelle, wo ja auch, wie oben erwähnt, die chromatische Substanz in ähnlicher Vertheilung erscheint.

In grösseren 0,5mm langen Eiern befindet sich das Keimbläschen noch in centraler Lage, bald mehr dem oberen, bald dem unteren Pole genähert (Fig. 63 Tafel VI). Ganz wie bei Gryllotalpa liegen auch hier die Chromatinballen an dem einen Pol des Keimbläschens.

Später finden wir in noch dotterfreien Eiern das Keimbläschen an der Eiperipherie gelegen, wo es sich kaum vom Plasma abhebt (Fig. 64 Tafel VI). Durch Einwirkung der Reagentien ist es hier etwas geschrumpft, so dass sich im Schnitt eine Lücke zeigt.

Ein ziemlich grosser, aber sehr blass gefärbter Nucleolus ist auch hier, ebenso wie bei Gryllotalpa, vorhanden, von dem aus ein Kernnetz seinen Ursprung nimmt.

Sobald im Ei Dotter abgeschieden war, konnte ich kein Keimbläschen mehr nachweisen.

Die reifen Eier haben ein anfangs gelbliches, später dunkelbraunes, lederartiges Chorion, das beim Schneiden grosse Schwierigkeiten bereitet.

Pieris brassicae.

Tafel VI, Fig. 65—69.

Die Eiröhren der Lepidopteren eignen sich ganz besonders dazu, die verschiedenen Entwickelungsstadien der Keimbläschen zu studiren, da in jeder eine sehr grosse Anzahl von Eiern hintereinander liegt. Auf jeder Seite des Thieres liegen bekanntlich vier enorm lange Eiröhren.

Die Gattung Pieris habe ich nicht so genau untersucht wie die beiden folgenden.

Die jungen Eier liegen dem unteren Ende der Nährzellen flach angedrückt. Das Keimbläschen findet sich in den jüngsten untersuchten Eiern nicht mehr in der Mitte, sondern schon an einer Seite liegend, meistens in den Winkel hineingedrückt, welchen die obere durch die Nährzellen platt gedrückte Fläche des Eies mit einer der Seitenflächen bildet. An dieser Stelle bleibt es während der ganzen Entwickelung des Eies.

Das Keimbläschen ist oval und besteht aus einer für unsere optischen Mittel völlig homogenen Substanz. In diese ist ein grosser, stark gefärbter, homogener Nucleolus und ein Kernfaden eingelagert. Letzter ist auf den Figuren 65, 66 und 68 sichtbar. Das Keimbläschen, welches hier einen grössten Durchmesser von 23—27 μ hat, wächst im Laufe der Entwickelung nur sehr wenig heran.

Schon recht bald zeigt sich an der Seite des Keimbläschens, die dem Eiinnern zugewandt ist, eine stark lichtbrechende Masse, welche keine Farbstoffe annimmt (Fig. 65, Taf. VI). Dies ist das erste Auftreten des Dotters, welcher sich bei den Lepidopteren schon sehr früh zeigt. In Fig. 66 hat sich der Dotter schon mehr im Ei verbreitet, einzelne Theile haben sich von der grossen Masse abgelöst.

Es ist diese Entstehungsweise des Dotters wohl ein Beweis dafür, dass derselbe hier unter dem Einflusse des Keimbläschens abgeschieden und wahrscheinlich überhaupt gebildet wird. Ob das überall der Fall ist, ist dadurch noch nicht gesagt, es könnten ebenso gut in den Zellen des Follikelepithels Dotterkörnchen gebildet und dann in das Ei hineinbefördert werden.

Später vertheilt sich der Dotter im Ei und fällt dann nicht mehr durch seine Farblosigkeit und sein starkes Lichtbrechungsvermögen auf.

In Fig. 67 finden wir das Keimbläschen noch als ovalen Körper an derselben Stelle wie vorhin liegen. Es enthält noch einen Nucleolus und einen deutlichen Kernfaden. Der Nucleolus hat hier oft ganz winzige Vacuolen. Fig. 68 a und b zeigen verschiedene Keimbläschen auf diesem Entwicklungszustand. Sie haben eine durchschnittliche Grösse von 26 μ mit einem Nucleolus von 9—10 μ.

In einem etwas reiferen Ei war das Keimbläschen ein klein wenig herangewachsen (Fig. 69, Taf. VI). Es lag wieder ziemlich dicht an der Eiperipherie und zeigte an der Seite, die letzterer zugewandt war, eine ziemlich starke Einbuchtung, welche wohl als ein Homologon der bei anderen Formen gefundenen Einbuchtungen anzusehen ist (cf. Carabus, Lina, Lycus, Periplaneta). Der Keimfleck hat sich in 3 kleinere Nucleolen zertheilt.

Zum Verständniss der Zeichnung sei noch hinzugefügt, dass der Schnitt hier das Ei etwas tangential getroffen hat, so dass wir das Keimbläschen auf der Zeichnung nicht in dem oben erwähnten Winkel liegen sehen, in dessen Nähe es jedoch thatsächlich sich befindet.

Aeltere Entwicklungsstadien besitze ich von den Eiern der Gattung Pieris leider nicht. Doch wird diese Lücke wohl durch die beiden anderen untersuchten Lepidopteren ausgefüllt.

Sphinx ligustri.

Tafel VI, Fig. 70—80.

An den ganz jungen Eiern ist nichts zu bemerken, was sie von den soeben geschilderten Pieris-Eiern unterscheidet.

Ein schon ziemlich grosses Ei von 0,5 mm Länge (ohne Nährzellen und Follikelepithel), in welchem schon eine grosse Menge von Dotter abgeschieden ist, findet sich Fig. 70, Taf. VI abgebildet. Die Dottermolekel finden sich am Rande und in der Mitte zahlreich, während am oberen Pol, in der Nähe der Nährzellen, noch das Eiplasma erhalten ist.

Das Keimbläschen liegt an der Peripherie, an der homologen Stelle wie bei Pieris. Es hat eine ovale Form und eine Grösse von 58 : 22 μ. Bei Doppelfärbung färbt es sich mit Carmin und Haematoxylin absolut nicht, sein Inhalt besteht aus einer völlig hyalinen Masse, in die ganz feine Körnchen eingelagert sind. Ein Nucleolus von 17 μ Durchmesser mit einigen Vacuolen im Innern liegt excentrisch; ausser letzterem finden sich noch einige wenige Paranucleolen (Fig. 71, Taf. VI).

Wenn das Ei noch wenig herangewachsen ist bis auf eine Länge von 0,57 mm, so beginnt schon der Austritt von grossen Ballen aus demselben.

In Fig. 72 sehen wir ein Ei auf diesem Stadium bei schwächerer Vergrösserung. Die Beschaffenheit des Eiplasmas, des Dotters und die Lage des Keimbläschens ist noch ganz ebenso wie im vorigen Stadium. Letzteres hat aber die regelmässige ovale Form verloren und ist unregelmässig eingedrückt an seiner einen Seite, welche der Eiperipherie zugekehrt ist. In dieser Einbuchtung liegen stets kleinere oder grössere Ballen, die sich wesentlich vom Dotter unterscheiden (Fig. 73 zeigt ein Keimbläschen dieses Stadiums von einem anderen Ei). Die Structur des Keimbläschens sowie des Nucleolus bietet uns nichts Neues. An dem ziemlich unregelmässigen Rand findet sich häufig eine stumpfe Hervorragung (Fig. 73 *x*), welche mit der Kernsubstanz angefüllt ist. Es ist mir gar nicht unwahrscheinlich, dass eine solche Bildung der Anfang zu einem Ballen ist, wie man sie in der Mehrzahl am Keimbläschen findet; der grösste derselben (Fig. 73 *a*) hatte 20 μ im Durchmesser, während die kleinsten nur von der Grösse der gewöhnlichen Dotterkörner waren. Von letzteren unterscheiden sie sich aber wesentlich durch ihre absolute Farblosigkeit. Auf den ersten Blick kann man

jedes Mal sagen, welches ein solcher Ballen und welches ein Dotterpartikel ist. — Meistentheils sind sie vollkommen homogen, jedoch habe ich die Bemerkung gemacht, dass die Ballen, welche dem Keimbläschen am nächsten liegen und demnach wohl zuletzt ausgetreten sein werden, noch eine ganz feine Granulirung wie das Kernplasma zeigen. — Bisweilen findet man auch, dass ein solcher Ballen von seiner ursprünglichen Stelle sich entfernt hat und nun im Dotter liegt, wo er wahrscheinlich resorbirt wird (Fig. 73 *b*).

Dass diese ganzen Erscheinungen keine zufälligen Bildungen sind, geht daraus hervor, dass ich dieselben bei einer grossen Anzahl Eier in jeder Eiröhre fand und ausserdem, dass ich dieselben bei den meisten untersuchten Formen constatiren konnte.

Der Austritt dieser Ballen dauert ziemlich lange; man findet ihn in jedem Ei der Eiröhren von der eben beschriebenen Grösse an bis zu einer Länge von 0,9 mm (Fig. 74).

Das Keimbläschen dieses letzten Eies, bei dem ich noch sicher den Austritt nachweisen konnte, habe ich bei starker Vergrösserung auf Fig. 75 abgebildet. Der Nucleolus ist ausserordentlich blass geworden, er färbt sich absolut nicht mehr mit den gewöhnlichen Kernfärbemitteln, so dass man ihn nur noch an seiner Lichtbrechung, welche sich etwas von der der Kerngrundsubstanz unterscheidet, erkennen kann. Man kann von hier an in allen folgenden Stadien gar nicht mehr von einer chromatischen Substanz des Eikerns sprechen, weil sich eben nichts in demselben färbt. Es scheint mir dies geradezu ein Beweis dafür zu sein, dass mit dem Ausdruck Chromatin nicht das Wesen der hauptsächlichen Kernsubstanz bezeichnet ist, oder dass das Chromatin, das ja allerdings in den meisten Kernen vorkommt, nicht der wesentlichste Bestandtheil derselben ist. Keineswegs will ich aber damit das Chromatin als aufgespeicherte Nahrung oder dergl. bezeichnen, wie BRASS [42] es thut.

Um nun wieder auf das Keimbläschen Fig. 75 zurückzukommen, so erwähne ich, dass hier auch die oben erwähnten stumpfen Fortsätze vorkommen (*x*), ja dass es an einer Stelle (*y*) sogar den Anschein hat, als ob kleine Ballen in der Abschnürung begriffen wären.

Wenn man die Masse der in Fig. 75 am Keimbläschen liegenden Ballen sich mit letzterem vereinigt denkt, so resultirt daraus ein Körper von ungefähr der Grösse, als wenn das Keimbläschen nicht eingebuchtet wäre, sondern seine ovale Gestalt behalten hätte.

Ueber die Anschauung, dass die hier austretenden Ballen zur Bildung des Dotters oder gar des Follikelepithels dienten, brauche ich wohl nicht viel zu reden. Der Dotter, ist eben, ebenso wie die Follikelzellen, schon lange vor dem Austritt der Ballen vorhanden.

Unter allmählichem Schwund der Nährzellen wächst nun das Ei heran. Das Keimbläschen rundet sich wieder ab, so dass endlich von der Ausbuchtung keine Spur mehr zu sehen ist. Fig. 76 zeigt uns ein Keimbläschen, in welchem die Bucht noch angedeutet ist und an dem man noch einige Ballen liegen sehen kann. Der Inhalt des Keimbläschens ist etwas verändert. Wir sahen im vorigen Stadium schon, dass der Nucleolus blass war und sich kaum vom Kernplasma unterscheiden liess. Hier ist offenbar derselbe Prozess weiter fortgeschritten, denn er ist völlig geschwunden. Das Kernplasma ist bedeutend körniger geworden; in ihm eingelagert finden sich einige wenige, äusserst stark lichtbrechende Körnchen, welche sich nun fortwährend vermehren.

In Fig. 77, Taf. VI sehen wir ein noch älteres Keimbläschen, welches völlig abgerundet ist und in dem sich eine grosse Anzahl der lichtbrechenden Körnchen befinden.

Bis jetzt war an dem Ei noch keine Spur eines Chorions zu bemerken. Wenn die erste Anlage desselben auftritt, so sehen wir das Ei schon völlig mit den kugelrunden Dotterelementen ausgefüllt. Im Schnitt werden dieselben häufig derartig getroffen, dass dieselben dachziegelartig übereinander zu liegen scheinen (Fig. 78. 79. 80). Eine periphere Zone des Eies ist schon in diesem Stadium ziemlich dotterfrei, der Anfang des „Keimhautblastems“ (Fig. 78, Taf. VI).

Das Keimbläschen ist hier vollkommen kreisrund. An seiner einen Seite bei *a*, der Eiperipherie zugewandt, liegen noch die Reste der früher ausgetretenen Ballen, welche hier jedoch nicht mehr scharf begrenzt sind und sich in Auflösung zu befinden scheinen.

Das Keimbläschen ist zwar noch scharf gegen den Dotter abgegrenzt, doch ist von einer Membran nichts zu sehen. Die stark lichtbrechenden Körnchen haben bedeutend wieder abgenommen. Das Kernplasma, die Kerngrundsubstanz des Keimbläschens zeigt sich aus ganz winzigen Körnchen oder Tröpfchen zusammengesetzt, sie hat entschieden ihre Structur völlig verändert. Ich kann sie jetzt am besten als „dotterähnlich“ bezeichen, wenn ich mich auch entschieden dagegen verwahren muss, sie als zu Dotter geworden an-

zusehen. Das Kernplasma bleibt stets Kernplasma, kann aber seine morphologische Structur verändern.

In dem ganzen Keimbläschen ist keine Spur von färbbarer Substanz vorhanden, während in jüngeren, ganz auf dieselbe Weise behandelten Keimbläschen ein stark gefärbter Nucleolus und einige Paranucleolen nachzuweisen sind.

Bis zum neunten Ei vom Ende der Eiröhre konnte ich das Keimbläschen so auffinden. Bei dem folgenden schon ist nichts mehr von ihm zu sehen; ebenso wenig zeigt sich in den auf dieses folgenden Eiern etwas Bemerkenswerthes; das Ei wächst noch etwas heran und das Chorion sowie eine äusserst dünne Dotterhaut werden abgeschieden; ebenso bildet sich das Keimhautblastem weiter aus. In dem dritten Ei vom Ende einer Eiröhre zeigte sich an der Mikropyle im Keimhautblastem ein sehr stark gefärbter Fleck, der von dem übrigen Blastem scharf durch eine feine Zone ungefärbter Substanz geschieden war. Dieser Fleck liegt unter der Mikropyle (Fig. 80, *m*) dem oberen Pol des Eies als eine flache Scheibe auf und wird von der Dotterhaut überzogen. Wir sehen diese Bildung in Fig. 79 und 80 auf Taf. VI abgebildet (*x*).

Als einen Theil des Eikerns möchte ich diese Bildung nicht ansehen, weil sich in drei Eiern ausser derselben im Blastem noch eine grosse Anzahl von Kernen befanden, auf welche ich weiter unten noch zu sprechen kommen werde. — Aus ihrer Lage ganz dicht unter der Mikropyle möchte ich sie in Beziehung zur Befruchtung stellen. Ich sehe diese Substanz als eine Differenzirung aus dem Eiplasma oder als ein Secret desselben an, welches bestimmt ist, das Spermatozoon anzulocken, damit letzteres seinen Weg durch einen der sehr engen Mikropylkanäle findet.

Nachdem durch PFEFFER's Untersuchungen [126] bekannt geworden ist, dass die Spermatozoen der Farne durch bestimmte Stoffe, z. B. Apfelsäure, stark angelockt werden und nachdem man auch bei Pflanzen in den Synergiden ein Anlockungsorgan für den Pollenschlauch gefunden hat*), ist es wohl nicht so sehr wunderbar, dass ein ähnlicher Vorgang auch bei den thierischen Eiern vorkommen kann. Gerade hier bei den Sphingiden scheint mir wegen des sehr dicken Chorions und der engen Mikropylkanäle eine solche Bildung besonders erklärlich.

*) STRASSBURGER, Der Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen. Halle 1884.

In den Eiern von Sphinx ligustri sah ich nun meistens keine weiteren wichtigeren Veränderungen vor sich gehen; das Follikelepithel löst sich vom Chorion ab und seine Reste findet man als „Corpora lutea" zwischen den Eiern im Eiergang, bis sie resorbirt werden. Von dem Auftreten des ersten Furchungskernes konnte ich leider niemals etwas entdecken.

Bei drei Eiern fanden sich in der unteren Schicht des Keimhautblastems eine grosse Anzahl dunkel gefärbter Körper, welche ich nur als Kerne ansehen kann (Fig. 80, Taf. VI). Eine Befruchtung war hier absolut ausgeschlossen, erstens weil das Follikelepithel das Ei noch rings umgab, zweitens aber weil das Thier, von dem die untersuchten Eier stammten, ein soeben ausgeschlüpftes Weibchen war, das noch niemals ein Männchen gesehen hatte. Ich kann also nicht umhin, diese Bildungen für parthenogenetische Furchungskerne zu halten. Der Eikern muss sich hier also in einem ziemlich frühen Stadium gefurcht haben. Wenn wir das annehmen, und es scheint mir nichts dagegen zu sprechen, so muss man natürlich daraus folgern, dass der erste Furchungskern auch schon sehr früh aufgetreten ist.

Er muss also schon bei allen Eiern so früh als solcher vorhanden sein und sich nur nicht nachweisen lassen, oder er muss bei einigen Eiern, welche vielleicht unter ganz besonderen Ernährungsbedingungen standen, viel früher als gewöhnlich aufgetreten sein und hier die Fähigkeit gehabt haben, sich ohne vorherige Conjugation mit einem Spermakern zu theilen. Diese letzte Ansicht würde etwa Weismann's Theorie über die Parthenogenese [178] entsprechen.

Noch einen wichtigen Umstand kann man aus dieser Beobachtung erschliessen, natürlich immer vorausgesetzt, dass wir es hier mit Parthenogenese zu thun haben. Alle Eier, sowohl die gewöhnlichen als auch die parthenogenetisch gefurchten, haben offenbar dieselben Reifungserscheinungen durchgemacht. Das lässt sich zwar nicht mit absoluter Bestimmtheit behaupten, aber es wäre doch äusserst sonderbar, wenn gerade bei drei Eiern einer Eiröhre der Ballenaustritt unterbliebe, während er bei sämmtlichen anderen Eiern stattfindet. Durch die Untersuchungen von Grobben bei Moina [68] und Cetochilus [69] und Weismann bei Polyphemus [173] ist es ja auch erwiesen, dass bei anderen parthenogenetischen Eiern die Reifung in der gleichen Weise wie bei den Eiern erfolgt, welche zur Entwickelung der Befruchtung bedürfen.

Die Thatsache, dass sich einige wenige Eier von Thieren, die

sonst der Befruchtung bedürfen, bisweilen wenigstens bis zu einer gewissen Stufe parthenogenetisch entwickeln können, ist schon durch manche anderen Arbeiten bekannt geworden. Ich erinnere an die Beobachtungen von LEUCKART am Froschei [98], OELLACHER am Hühnerei [121], HEUSMANN bei Säugethieren [76], JOURDAN am Ei von Bombyx mori [86], OSBORNE am Ei von Gastrophysa raphani [122] und so weiter.

Zygaena filipendulae.

Tafel VI, Fig. 81—88.

Die Wachsthums- und Reifungserscheinungen bei Zygaena schliessen sich sehr eng an die bei Sphinx an.

In den ganz jungen Eiern liegt das Keimbläschen an der für die Lepidopteren charakteristischen Stelle, ausserhalb der Längsaxe der Eiröhre dem Follikelepithel an. Später rückt es mehr axial, der späteren Mikropyle etwas näher. Figur 81 (Tafel VII) zeigt uns ein solches junges Ei. In der Nähe des Keimbläschens haben sich einige Dotterkörner gebildet, ganz ähnlich, wie wir es oben bei Pieris sahen. Die Grundsubstanz des Keimbläschens war fast homogen, bei Doppelfärbung leicht rosa mit einem Stich ins Violette gefärbt. Einen Nucleolus habe ich hier nicht gefunden, dagegen eine Menge von dunkelblauen Streifen, welche als Kerngerüst zu deuten sind. — Das Eiplasma war fein granulirt und dunkelblau gefärbt.

Das hier abgebildete Ei hat erst eine Länge von 46 μ. und eine Breite von 80 μ., während das ovale Keimbläschen schon einen grössten Durchmesser von 28 μ hat. Letzteres wächst im Verhältniss zum Ei nur wenig mehr, das grösste Keimbläschen, das ich fand, hatte ca. einen grössten Durchmesser von 40 μ., während das Ei auf ca. 0,5mm Durchmesser heranwächst.

In einem etwas älteren Ei, in welchem dasselbe eine Länge von 0,22mm hat, beginnt schon mächtig der „Ballenaustritt". Figur 82, Tafel VII zeigt ein solches Keimbläschen. Das ganze Ei ist gleichmässig mit Dotterballen erfüllt, nur an der Peripherie zeigt sich ein sehr schmaler Saum, der aus dotterfreiem, körnigem Protoplasma besteht.

Das Keimbläschen ist an der einen Seite, welche dem Eicentrum zugekehrt ist, vollkommen scharf gegen den Dotter abgegränzt. An der entgegengesetzten Seite jedoch fehlt diese scharfe Contour, es ist eingebuchtet und in der Bucht liegen eine Menge verschieden grosser Ballen, welche absolut dieselbe Farbe haben, wie die

Substanz des Keimbläschens. Es macht sogar ganz den Eindruck, als ob die Ballen noch im Keimbläschen lägen und nur in die Substanz des letzteren feine Züge von einer feinkörnigen bräunlichen Masse eingedrungen wären. Jedenfalls kann man zwischen dem Keimbläschen und der Ballenmasse keine ganz scharfe Begrenzung nachweisen. Das eine mit Meyer's alkoholischem Carmin gefärbte Präparat könnte allein schon beweisend sein für den Austritt der Ballen aus dem Keimbläschen. Ein schwach gefärbter Nucleolus ist hier sichtbar.

Figur 83 Tafel VII zeigt ein Keimbläschen auf ungefähr demselben Entwickelungszustande wie das soeben beschriebene. Das eingebuchtete Keimbläschen mit seinem fein granulirten Inhalt und seinem schwachen Nucleolus, ist hier völlig scharf nach allen Seiten begrenzt. An einer Stelle bei *a* scheint sich noch ein Ballen abschnüren zu wollen. Die Ballen, welche oberhalb des Keimbläschens liegen, haben noch ganz dieselbe Farbe, wie das letztere, nämlich hellroth; unterhalb findet man jedoch auch noch eine Anzahl von Ballen, welche offenbar denselben Ursprung wie jene haben, welche aber bedeutend blasser sind und je mehr sie vom Keimbläschen entfernt liegen, desto mehr ihre scharfe Begrenzung verlieren. Ich kann dies Bild nicht anders deuten, als dass diese Ballen sich allmählich auflösen und vom Ei resorbirt werden; bei *x* sieht man noch ihre letzten schwachen Reste. Die helle Stelle im Präparat unterhalb des Keimbläschens ist ein künstlicher Riss, der durch das Schneiden entstanden ist.

In diesem Stadium des Ballenaustritts scheint das Ei längere Zeit zu bleiben. Bei einem Ei von 0,46 mm Länge und 0,35 mm Breite fand ich das Keimbläschen noch sanft eingebuchtet und in der Bucht lagen noch die in Auflösung begriffenen letzten Ballen (Figur 84 Tafel VII). Sonst war an diesem Ei nichts auffallendes zu bemerken; die Nährzellen waren schon fast resorbirt, an ihrer Stelle fand sich nur noch etwas Zelldetritus, das das Ansehen einer fettigen Degeneration hatte.

Von jetzt an erfolgt während des Verschwindens des Keimbläschens, das ich Schritt für Schritt verfolgen konnte, auch eine Veränderung im Einhalt. Ursprünglich ging der Dotter gleichmässig bis auf eine sehr feine Schicht peripheren Plasmas bis an das Follikelepithel heran. Allmählich treten nun einige Randzonen auf. Die äusserste Schicht ist eine völlig hyaline, etwas rosa gefärbte Masse, welche oft eine etwas streifige Schichtung zeigte (Fig. 85—88, *h*).

Ich bin sehr geneigt, diese Schicht für ein Kunstprodukt zu halten, welches durch die Einwirkung des kalten Sublimats auf das Ei entstanden ist. Der Einhalt hat sich stark contrahirt und eine Flüssigkeit aus sich herausgepresst, welche nun auf der Oberfläche des Dotters geronnen ist. Es wäre ja auch noch möglich, dass diese Schicht eine sehr stark gequollene Dotterhaut darstellt; doch ist hieran wohl kaum zu denken. Ich glaube aber nicht, dass der Austritt dieser Masse die Bilder so beeinträchtigt hat, dass man sie nicht mehr zu sicheren Deutungen benützen könnte. Sonst sehen die Eier nämlich, abgesehen von einigen Schrumpfungserscheinungen, ganz normal aus.

Auf diese hyaline Schicht folgt eine Zone, welche auf den Präparaten, welche mit Pikrocarmin-Haematoxylin gefärbt sind, eine gelblich-braune Farbe und eine körnige Structur zeigt. In der Gegend, wo später die Mikropyle des Eies auftritt, ist die hyaline Schicht (*h*) nicht vorhanden, die braune reicht unmittelbar an das Follikelepithel heran. Das Keimbläschen liegt hart an der braunen Schicht, etwas gegen dieselbe abgeplattet. Wir haben diese braune Schicht als Keimhautblastem anzusehen. Sie ist deshalb in den Fig. 85—88 mit *bl* bezeichnet.

Gehen wir jetzt zu den Veränderungen des Keimbläschens über. Fig. 85, Taf. VII zeigt uns dasselbe völlig scharf begrenzt. Gegen die Eiperipherie ist es weniger convex als gegen das Centrum des Eies. Sein Inhalt ist fein granulirt und zeigt noch dieselbe Färbung wie in den jüngeren Stadien. Ausser dem Keimfleck, in welchem sich zwei Vacuolen finden, ist noch ein kleinerer Nucleolus vorhanden, der sich wohl von dem grossen abgelöst zu haben scheint.

Das nächste Ei, dessen Keimbläschen in Fig. 86, Taf. VII abgebildet ist, zeigt schon bedeutende Veränderungen. Das Plasma ist noch dasselbe geblieben, der Nucleolus aber ist in eine Menge von winzigen Körnchen zerfallen, welche an einer Stelle ungefähr im Centrum des Keimbläschens liegen. Die Begrenzung des letzteren ist gegen das Eicentrum noch vollkommen scharf, während sie gegen die Peripherie schon sehr undeutlich geworden ist. Zwar lässt sie sich noch erkennen, aber es macht den Eindruck, als ob das Kernplasma dort allmählich körniger würde oder als ob Körnchen aus dem Eiplasma in dasselbe hineindrängen.

Dieser Prozess ist nun in Fig. 87 noch weiter fortgeschritten. Von den Resten des Nucleolus ist nichts mehr vorhanden, sie haben sich aufgelöst. Die untere Begrenzung des Keimbläschens ist noch

scharf, es sind nur einige Dottermolekel durch das Schneiden über die Grenze gerissen worden. Am oberen Rande aber ist schon ein weit grösseres Stück des Keimbläschens körnig geworden.

Der letzte „Rest" des Keimbläschens, den ich auffinden konnte, ist endlich in Fig. 88, Taf. VII dargestellt. Bei diesem Ei fand sich zuerst der Anfang einer Chorionbildung (*ch*). An derselben Stelle des Eies, wo ich die früheren Stadien des Keimbläschens gefunden hatte, war ein etwas hellerer unregelmässig ovaler Fleck zu sehen. Derselbe war um ziemlich viel kleiner als die früher beobachteten Keimbläschen, seine Contour war ganz verschwommen und der Inhalt bestand aus sehr feinen Körnchen, ganz ebenso wie ich das weiter oben für das letzte beobachtete Stadium von Sphinx beschrieben habe. Hier bei Zygaena ist aber der Vorgang noch bedeutend weiter gegangen, indem an der Peripherie des Keimbläschens Dotterkörnchen zwischen die Kernsubstanz und auch vielleicht letztere zwischen die Dottermasse gedrungen ist. Wenigstens kann ich mir so den geringeren Umfang des Gebildes bei der grossen Verschwommenheit der Contour am besten erklären.

Es liegt ziemlich nahe, den Schwund des Keimbläschens mit dem Auftreten des Chorions in Verbindung zu bringen. Sobald durch Bildung des letzteren der Nahrungszufluss zum Ei aufhört, muss das Keimbläschen sich amoeboid oder sonst irgendwie im Dotter vertheilen.

Im nächsten Ei liess sich schon keine Spur eines Kernes mehr nachweisen. Es ist ja auch klar, dass man die ungefärbten Partikel der Kernsubstanz zwischen den Dotterkugeln nicht auffinden kann.

Das Wiederentstehen des unsichtbar gewordenen Kernes konnte ich leider nicht beobachten.

Wenn ich nun noch einmal die Vorgänge bei den Lepidopteren zusammenfassen darf, so sind dieselben kurz die Folgenden:

1. Bei ganz jungen Eiern liegt das Keimbläschen schon an der Peripherie, an der Stelle, wo die obere Follikelwand mit der seitlichen zusammenstösst. Später rückt es etwas mehr gegen die Stelle der Mikropyle.

2. Die Dotterabscheidung geschieht schon sehr früh und zwar stets zuerst in der unmittelbaren Nähe des Keimbläschens.

3. Das Keimbläschen buchtet sich an der peripheren Seite ein und scheidet eine Anzahl von Ballen aus, welche vom Ei resorbirt werden.

4. Nach dem Ballenaustritt rundet es sich wieder ab. Sein Nucleolus schwindet. Das Kernplasma wird „körnig".

5. Die Contour des Keimbläschens schwindet, wenigstens bei Zygaena, zuerst an der peripheren Seite. Allmählich wird das ganze Keimbläschen undeutlich und lässt sich endlich nicht mehr nachweisen.

Musca vomitoria.

Tafel VII. Fig. 89—112.

Die Entwickelung der Eier von Musca habe ich am genauesten von allen Formen untersucht, theils weil das Material leicht in Menge zu bekommen ist, theils weil sich mit ihnen gut experimentiren lässt. Dadurch, dass sich in jeder Eiröhre nur ein ziemlich entwickeltes und 1—2 ganz unentwickelte Eier befinden, ist das Material allerdings weniger als anderes geeignet, doch lässt sich das Stadium, mit welchem man es gerade zu thun hat, desto besser studiren, weil alle Eier desselben Individuums nahezu auf derselben Entwickelungsstufe stehen, man erhält dann stets eine Menge Schnitte durch dasselbe Stadium und kann so sicherer gehen, das Keimbläschen nicht zu übersehen. Ein Fehler ist freilich noch, dass man eben enorm viel schneiden muss, da man den Eiern von aussen gewöhnlich nicht ansehen kann, auf welcher Entwickelungsstufe sie sich befinden. So kam es denn, dass ich durch Fliegeneier mehrere Tausend Schnitte machen musste, um eine zusammenhängende Reihe von Stadien zu erhalten.

Wenn eine ältere Fliege alle fertig entwickelten Eier abgelegt hat, so sind die Ovarien auf ein Minimum zusammengeschrumpft, jede Eiröhre besteht dann aus einer grösseren und einer kleineren Kugel, an welche sich der Endfaden schliesst. In jeder dieser Kugeln liegen einige Nährzellen und am unteren Pol eine Zelle, die sich durch ihren völlig hyalinen Kern und ihren einzigen Nucleolus als junge Eizelle dokumentirt. Umgeben wird dies ganze Fach von einer vollkommenen gleichmässigen Lage von Follikelepithel. Die Kerne der Nährzellen zeichnen sich wie überall so auch hier durch ihr deutliches Kernnetz und ihre vielen kleinen Nucleolen aus.

Die Eizelle zeigt uns ein vollkommen homogenes Plasma, welches sich mit Haematoxylin färbt. Das scharf begränzte, nahezu kugelrunde, 12 μ grosse Keimbläschen nimmt mit Haematoxylin keine Farbe an, wird dagegen durch Pikrocarmin und andere Carmine blassrosa gefärbt. Spuren eines Kerngerüstes lassen sich gut er-

kennen. Ein runder, blau gefärbter Nucleolus ist excentrisch gelagert. Eine solche ganz junge Eizelle ist in Figur 89, Tafel VII abgebildet.

Figur 90 zeigt uns nun bei schwacher Vergrösserung ein etwas weiter fortgeschrittenes Ei. Das Keimbläschen, welches im vorigen Stadium noch im Centrum der Eizelle lag, ist hier an die Peripherie gerückt und liegt an derselben Stelle, wo wir es bei den Lepidopteren immer beobachtet haben. Hier bleibt es auch lange Zeit liegen, um später wieder etwas an der Seitenwand des Eies herunterzurücken, wie wir es in Figur 96 sehen. In diesem Ei ist schon ziemlich viel Dotter abgeschieden.

Wenn das Ei nun noch um Weniges gewachsen ist, so beginnt am Keimbläschen derselbe Ballenaustritt, wie wir ihn schon von manchen Formen kennen. Hier auf diesem Stadium, das bei schwacher Vergrösserung Figur 91 abgebildet ist, ist auch die Masse der Nährzellen bedeutend herangewachsen. Das Follikelepithel, welches dieselbe ursprünglich gleichmässig wie das Ei bedeckte, ist jetzt hier sehr dünn geworden und hat sich ausserdem noch zwischen Eizelle und Nährzellen geschoben. Ungefähr von diesem Stadium an beginnen die Nährzellen allmählich etwas zu schwinden. In der nächsten Zeit scheinen sie einen sehr bedeutenden Antheil am Aufbau des Eies zu nehmen. Wenn man die ganze Masse von Eizelle und Nährzellen in Figur 91 mit derselben Masse in Figur 96 vergleicht, so kommt man auf die Vermuthung, dass in dieser Zeit durch das Follikelepithel wahrscheinlich nicht viel Nahrung dem Ei zugeführt ist. — Das Ei ist hier schon bis auf einen kleinen Plasmazapfen in der Nähe der Nährzellen von Dotterpartikeln angefüllt.

Das Keimbläschen ist an seiner einen Seite abgeplattet oder eingedrückt und zeigt dort eine Anzahl von homogenen Ballen. Die Figuren 92 und 93 auf Tafel VII sind nach Präparaten gezeichnet, welche in 3 %iger Salpetersäure conservirt sind. Das Keimbläschen erhält sich dabei vorzüglich und zeigt eine etwas stärker granulirte Grundsubstanz als bei Sublimatbehandlung. In diese Grundsubstanz sind eine Anzahl von Paranucleolen und ein Nucleolus eingelagert, von welchen letzterer aus einem Häufchen von kleinen, stark gefärbten Kügelchen besteht. (Fig. 92, 93.) In Figur 92 hat das Keimbläschen an einer Stelle bei *a* eine Ausbuchtung, welche man wohl als beginnende Abschnürung eines Ballens deuten könnte.

Die Ballen färben sich bei dieser Conservirung mit Haematoxylin ziemlich intensiv, doch ist wohl kein Zweifel möglich, dass sie mit den früher beschriebenen identisch sind. — Das Plasma des Eies

sowie das der Nährzellen wird durch die Salpetersäure oft etwas verändert, indem sich grosse Lücken und Blasen in demselben bilden.

Der Austritt dieser Ballen dauert eine Zeit lang fort, ich habe sie noch bei 0,48mm langen Eiern aufgefunden. Doch findet man bei dieser Grösse auch schon Eier, bei welchen die Ballen verschwunden sind und das Keimbläschen wieder seine runde Gestalt angenommen hat. Ein solches Keimbläschen durch Sublimatbehandlung zeigt uns Figur 94. Wir können den aus Körnchen bestehenden Nucleolus, sowie die Paranucleolen ebenso wie bei dem vorigen Stadium constatiren. Es ist aber wieder kugelrund geworden und liegt nicht mehr ganz hart der Eiperipherie an. Eine Dotterhaut ist hier schon gebildet, welche sich mit Carmin intensiv färbt.

Wenn man die Ovarien nicht vorsichtig herauspräparirt, sondern etwas drückt, so gleiten leicht die Nährzellkerne mit einem Theil ihres Plasmas in das Ei hinein, so dass es auf Querschnitten (Figur 95 Tafel VII) fast aussieht, als hätte man es hier mit zwei Kernen im Ei zu thun. WEISMANN hat dasselbe schon früher bei Musca ebenfalls beobachtet.

Wirkliche zwei Keimbläschen habe ich auf meinen sehr zahlreichen Schnitten niemals gefunden.

Nachdem die Ballen ausgetreten und das Keimbläschen wieder seine runde Gestalt angenommen hat, fängt dasselbe an, an der Seitenwand des Eies herabzuwandern, bis es etwa ein Sechstel der Eilänge durchmessen hat (Fig. 96, Taf. VII). Die Nährzellen sind hier bis auf einen kleinen Detritusrest resorbirt. An der ganzen Peripherie des Eies hat sich schon auf diesem Stadium eine dotterfreie Schicht ausgebildet, das „Keimhautblastem". Die dunkel gefärbte Dotterhaut ist auch hier wieder deutlich zu erkennen (Fig. 97, *dh.*). Das Follikelepithel ist stark abgeplattet, seine Zellgrenzen sind ziemlich verschwommen.

Das Keimbläschen, welches in Fig. 97, Taf. VII stark vergrössert ist, ist ringsum vollständig scharf contourirt. Es liegt hart der Dotterhaut an und ist gegen dieselbe etwas abgeplattet. Diese Abplattung hat aber mit der früher geschilderten, welche bei dem Austritt der Ballen stattfindet, absolut nichts zu thun, denn bei Eiern dieser Grösse sieht man niemals auch nur eine Spur von Ballen oder deren Resten. Die Grundsubstanz des Keimbläschens erscheint bei Sublimatbehandlung vollkommen homogen, bei Conservirung mit Salpetersäure ist sie etwas granulirt. Der Nucleolus ist noch vorhanden, wenn auch schwach gefärbt, während von den Paranucleolen nichts mehr zu sehen ist.

Das Ei nimmt nun allmählich an Grösse zu. Das Keimbläschen habe ich stets an derselben Stelle in dem oben beschriebenen Zustand liegen sehen oder ich habe es überhaupt nicht mehr auffinden können. In letzteren Fällen war stets schon der Anfang eines Chorions gebildet. Nur in einem Ei fand ich das Keimbläschen in derselben Höhe wie früher, aber etwas gegen das Innere des Eies gerückt (Fig. 98, Taf. VII). Auch hier zeigte sich die erste Spur eines Chorions.

Fig. 99 zeigt dieses Keimbläschen bei stärkerer Vergrösserung. Von einer Membran oder einer scharfen Begrenzung ist nichts mehr zu sehen. Man sieht zwar noch deutlich, wie das Kernplasma gegen das Plasma des „Keimhautblastems" und gegen den Dotter deutlich geschieden ist, aber von einer Contour ist nicht mehr die Rede. Man glaubt deutlich zu bemerken, wie das Kernplasma vom Rande aus seine Structur verändert. Die ganze periphere Schicht des „Eikerns" ist nämlich dunkler als der centrale Theil, der seine ursprüngliche Structur noch beibehalten hat, und lässt sich nur durch seine feinere Granulirung vom Eiplasma unterscheiden. Der Nucleolus ist im Centrum des Kerns noch vorhanden.

Man kann sich ganz gut vorstellen, wie der Kern so allmählich undeutlich wird, und wie dann die Dotterkörner in denselben hineindringen können, besonders wenn man die Verhältnisse in Betracht zieht, wie ich sie weiter oben bei Sphinx und Zygaena geschildert habe. Dass man den so unsichtbar gewordenen Kern nicht in den Eiern älterer Stadien nachweisen kann, ist wohl selbstverständlich, denn der Nucleolus wird sich, wie ich fast bestimmt voraussagen möchte, auch noch sehr bald auflösen.

Eine geraume Zeit lang bleibt jetzt das Ei in dem geschilderten Zustand, d. h. kernlos oder wenigstens ohne jeden nachweisbaren Kern. Es wächst dabei noch etwas heran, besonders in die Länge, wie man durch Vergleich der Fig. 98 und 100 sehen kann. Das Chorion verstärkt sich und tritt auch allmählich am oberen Pol auf, wo das Ei sich zuletzt schliesst. Zuerst ist es eine homogene Cuticula, auf welcher aber bald die spezifische Structur zu sehen ist, nämlich von der Fläche feine Punkte und im Durchschnitt eine zarte Strichelung. Die Mikropyle bildet sich ziemlich zuletzt.

Die Membrana vitellina umgiebt das ganze Ei, dieselbe färbt sich mit Carmin sehr intensiv, wie oben schon erwähnt wurde, ebenso nimmt sie sehr stark Saffraninfärbung an (Fig. 103), während sie durch Haematoxylin völlig ungefärbt bleibt.

Um diese Zeit tritt an der späteren Mikropyle eine eigenartige Bildung auf. Es bildet sich dort, hart der Dotterhaut anliegend, ein halbkugelförmiger Fleck, der sich stets scharf von der Dotterhaut absetzt. Man könnte leicht auf den Gedanken kommen, dass man es hier mit dem wiedererscheinenden Eikern zu thun hätte. Bei genauerer Prüfung zeigt sich aber, dass es sich hier offenbar um ein Gebilde handelt, was mit der Dotterhaut eine gewisse Aehnlichkeit hat. Es färbt sich nämlich fast stets genau wie diese, wie die Fig. 101—103 zeigen. Dass es aber doch zu der Dotterhaut nicht in unmittelbarer Beziehung steht, beweist erstens, dass es stets scharf gegen dieselbe abgesetzt ist, und zweitens, dass es mit Carmin sich etwas heller als die Dotterhaut färbt. Ich glaube, dass es sich hier um ein Secret des Eiplasmas oder um Veränderung eines Theils desselben handelt und dass dies Gebilde dieselbe Funktion hat, wie die Substanz an der Mikropyle von Sphinx ligustri, d. h. dass sie das Spermatozoon anlocken soll.

Das Blastem ist hier schon vollständig ausgebildet, es ist eine ungefähr 8—10 μ breite Zone von völlig dotterfreiem Plasma. Dieselbe färbt sich mit Haematoxylin bedeutend stärker als mit Carmin (cf. Fig. 101 und 102).

In diesem Stadium fand ich bei fast allen Eiern eines einzigen Individuums am oberen Pol zwei oder mehrere helle verschwommene Flecken, die ich nur als Kerne deuten kann. In Fig. 104 und 105 habe ich zwei Schnitte durch den oberen Pol solcher Eier abgebildet. Die Gebilde gleichen auffallend dem im Verschwinden begriffenen Eikern in Fig. 99, nur sind sie halb so gross oder noch etwas kleiner. Die Anzahl der so aufgefundenen Kerne schwankt zwischen 2 und 4. Es scheint mir höchst wahrscheinlich, dass es sich hier um die ersten Furchungskerne handelt. Befruchtung ist ganz ausgeschlossen, weil die ganzen Eier noch vom Follikelepithel dicht umgeben waren und ja ausserdem die Mikropyle, welche noch nicht einmal gebildet war, am oberen Eipol, also dem Receptaculum seminis abgewendet liegt. Diese Kerne liegen in der obersten Schicht des Dotters, an der Grenze des Keimhautblastems, ganz ähnlich wie wir später auch die ersten Furchungskerne des abgelegten Eies finden werden. — Ich zweifle nun nicht, dass wir hier wieder eine parthenogenetische Furchung vor uns haben, die, ebenso wie bei Sphinx ligustri, schon auf einem ziemlich jungen Entwicklungsstadium des Eies auftritt. Wie weit sich diese parthenogenetische Entwickelung fortgesetzt hätte, lässt

sich natürlich nicht behaupten. Sehr merkwürdig ist gewiss, dass ich, trotzdem ich gerade aus diesem Stadium ausserordentlich viele Eier untersucht habe, nur bei diesem einzigen Individuum solche Kerne gefunden habe.

Es lässt sich daraus wohl vermuthen, dass das Auftreten dieser Parthenogenese von der Constitution des betreffenden Individuums abhängt.

Die Parthenogenese ist, wie Weismann in seinen Daphniden-Arbeiten [170] und erst neuerdings wieder in seiner „Continuität des Keimplasmas" [173] nachgewiesen hat, nichts ursprüngliches, es ist vielmehr eine Einrichtung, wie sie für gewisse Thiere in gewissen Zeiten vortheilhaft ist.

Man kann nun an diesem Beispiel sehen, wie bei einzelnen Individuen einer Art, die sich geschlechtlich fortpflanzt, Parthenogenese auftreten kann. Wenn diese nun für die Art günstig ist, so kann man sich denken, dass die parthenogenetisch sich fortpflanzenden Individuen im Kampf ums Dasein ganz allmählich den Sieg davon trugen und so durch Naturzüchtung die Parthenogenese bei der ganzen Art auftrat.

Um nun den Furchungskern zu bekommen, liess ich die Fliegen ihre Eier auf Fleisch ablegen und tödtete letztere sogleich durch heissen Alkohol von 30% oder durch Flemming'sche Lösung (Chrom-Essig-Osmiumsäure). Aber stets fanden sich beim Schneiden schon eine grosse Anzahl von Furchungskernen. Ja bisweilen waren fast vollkommen entwickelte Thiere in den Eiern enthalten; einmal platzte sogar gleich nach der Ablage eine Eihülle und es kroch eine kleine Larve heraus, die vollkommen ausgebildet war. Es ist gewiss sehr merkwürdig, dass der Instinkt die Thiere abhält, die fertigen Eier abzulegen, wenn sie kein Fleisch haben. Die Thiere wissen es ja natürlich nicht, dass ihre Larven ohne Fleisch nicht fortkommen können; wir müssen eben annehmen, dass die Eiablage nur geschieht, wenn das Thier von aussen einen Reiz durch den Anblick oder den Geruch des faulen Fleisches bekommt*). Diese Thatsache ist übrigens schon vielfach beobachtet.

Wie schnell die Bildung der ersten Embryonal-Kerne vor sich gehen muss, davon konnte ich mich einmal überzeugen. Ich liess eine Fliege eine grosse Anzahl von Eiern ablegen, bis ich meinte, dass nun alle entwickelten aus dem Thiere entfernt sein müssten.

*) cf. Weismann: Continuität des Keimplasmas pag. 101, wo er über den Instinkt der Bienenkönigin bei der Eiablage spricht.

Das Thier ward nun möglichst schnell getödtet und geöffnet. In dem einen Ovarium fanden sich gar keine Eier mehr, in dem anderen waren noch vier vorhanden. Aber sämmtliche von diesen vier letzten Eiern hatten schon eine grosse Anzahl von Embryonal-Kernen, trotzdem sie vor ganz kurzer Zeit noch in der Eiröhre gesessen haben mussten. Zwei der Eier waren erst in den Oviduct gelangt und zwei waren noch im Eierkelch.

Unter sehr vielen frisch abgelegten Eiern fand ich nun zwei, welche auf Schnitten am oberen Eipol nicht weit von der Mikropyle entfernt, ein Gebilde zeigten, das ich als den wiederaufgetretenen Eikern oder den Furchungskern betrachten muss. Figur 106 lässt uns die Lage dieses Gebildes (*k*) im Ei sehen. Wenn man diese Figur mit Figur 98 vergleicht, wo ich zum letzten Mal den Kern beobachtet habe, so kann man sich leicht vorstellen, dass während der ganzen Zeit, welche zwischen beiden Entwickelungsstadien liegt, der Kern diesen Weg zurückgelegt hat, besonders, weil er in Figur 98 schon ein klein wenig von der Dotterhaut, an der er früher eng anlag, fortgerückt ist. Ein weiterer Grund, diesen hellen Fleck für den Eikern zu halten, ist der, dass, wie wir weiter unten sehen werden, die ersten Furchungskerne in derselben Zone des Eies liegen (cf. Fig. 109).

Gehen wir jetzt zur genaueren Betrachung der beiden beobachteten Gebilde über. Figur 107 zeigt das obere Ende des einen Eies im Schnitt. Wir sehen daran das Chorion (*d*), die Dotterhaut (*dh*), die Mikropyle (*m*) und das Keimhautblastem (*bl*). Mitten in der Dottermasse findet sich ein dotterfreier Fleck (*k*), derselbe ist in seinem Centrum bedeutend heller als an der Peripherie. Von dem umgebenden Eiplasma und den Dotterkugeln ist der Fleck nicht deutlich abgesetzt, er scheint allmählich in die Eisubstanz überzugehen. — Fast in der Medianebene des Eies unterhalb der Mikropyle (*m*) geht von dem Keimhautblastem ein Zapfen (α) in den Dotter hinein, welcher gänzlich von Dotterkörnern frei ist. Sein Plasma scheint mit dem des Blastems, der Farbenreaction nach zu urtheilen, völlig übereinzustimmen. Ein färbbares Gebilde konnte ich leider in diesem Zapfen nicht nachweisen, bin jedoch der Lage desselben wegen geneigt, ihn als den Plasmahof zu halten, in welchem ein Spermakern zum Eikern zu wandern im Begriff war. (Leider ist mir durch eine Unvorsichtigkeit dies Präparat nachträglich verunglückt).

In dem anderen Ei (Figur 108, Tafel VII) war ein Plasmafortsatz, wie der eben beschriebene nicht vorhanden. An einer ganz

homologen Stelle wie im vorigen Ei, nur ein klein wenig mehr an der Oberfläche, fand sich ebenfalls ein heller, dotterloser Fleck. Derselbe war in seinem oberen Theile von eben solcher Structur wie der des anderen Eies. Durch seine Grösse unterschied er sich jedoch von jenem, indem er fast doppelt so gross war. Man könnte sogar meinen, dass er aus zwei zusammen fliessenden Gebilden bestände, doch ist eine solche Deutung wohl etwas zu gewagt. Von diesem hellen verschwommenen Fleck aus zieht sich schräge gegen das Centrum des Eies ein scharf begränzter Streifen (β), welcher mit einer keulenförmigen Anschwellung endet. Derselbe besteht aus hellem, fein granulirtem Plasma, das mit dem hellen Plasma des Fleckes (*k*) identisch zu sein scheint. Begränzt ist der Streifen mit seiner Anschwellung von feinen punktförmigen, dunkelgefärbten Körnchen. Die Dotterkörner reichen meistens nicht ganz an dies Gebilde heran, es ist von Eiplasma umgeben. — Dass es sich hier nicht um ein Kunstproduct handelt, davon habe ich mich mit stärkster Oelimmersion überzeugt, alles liegt im selben Niveau und nirgends ist eine Lücke, etwa durch Ausfallen einiger Dotterkörner vorhanden. Zu erwähnen ist noch, dass hier von der Bildung an der Mikropyle nichts mehr zu sehen ist.

Man könnte nun einwerfen, dass wir es hier mit keinen Kernen zu thun haben, weil sich nichts in ihnen färbt. Mit dem Begriff eines Kernes verbindet man unwillkürlich den des Chromatins. Aber färbt sich denn etwa in dem Keimbläschen, wie wir es zuletzt mit verwaschener Contour gesehen haben, etwas ausser dem ganz winzigen Nucleolus? Dass letzterer kein integrirender Bestandtheil des Keimbläschens oder Eikerns ist, habe ich schon weiter oben bei mehreren Formen gezeigt. Ich glaube, dass dieser Einwurf nicht stichhaltig ist. — Wie ich oben gezeigt, macht auch die Lage dieses Gebildes die Deutung desselben als Eikern oder Furchungskern wahrscheinlich.

Der Eikern, der ja für einige Zeit unsern Blicken entzogen war, tritt also hier in ganz ähnlicher Form wieder auf, wie er verschwand.

Wenn wir diesen Umstand und ausserdem die Thatsache, dass bei einem Individuum schon bedeutend früher auf parthenogenetischem Wege Kerne auftraten, welche natürlich durch Theilung des Eikerns entstanden waren, in Betracht ziehen, so dürfen wir wohl mit Recht annehmen, dass eine Continuität zwischen dem Keimbläschen und dem Eikern, respective den ersten Embryonalkernen, besteht. Der Kern wird nur auf eine gewisse Zeit für uns nicht

nachweisbar, weil er seine Structur verändert, so dass wahrscheinlich Dotterelemente in ihn eindringen können, oder weil er sehr stark amoeboid zerfliesst. Was von beiden Möglichkeiten der Fall ist, kann man natürlich schwer nachweisen, im Grunde genommen laufen aber beide auf dasselbe hinaus.

Ich möchte hier noch einige Beobachtungen über die ersten Embryonalkerne anschliessen. Wie ich schon weiter oben andeutete, müssen die ersten Theilungen ausserordentlich rasch vor sich gehen. Man findet stets schon eine ganze Anzahl von Kernen in der oberflächlichen Schicht des Dotters, unter dem Blastoderm liegen. Dieselben sind immer nur in dieser Schicht, niemals im Innern des Dotters vorhanden*). Bei schwächerer Vergrösserung machen sie den Eindruck von hellen Flecken, wie in Figur 109 zu sehen ist. Am vorderen Eipol treten die Kerne zuerst auf und verbreiten sich von dort aus in einer Schicht über das ganze Ei.

Am vorderen Pol fand ich ungefähr in der Eiaxe einen sehr grossen Kern, auf diesen folgten vier etwas kleinere und an diese schlossen sich immer kleinere, wie dies Figur 109 zeigt. Der vordere grosse Kern ist vielleicht mit dem „vorderen Polkern," wie WEISMANN ihn bei den Gallwespen fand [171], zu identificiren (?). Wenn man diese Embryonalkerne bei stärkerer Vergrösserung ansieht (Fig. 110) so findet man, dass sie scharf begränzt sind und aus einer hellen Kerngrundsubstanz mit zahlreichen, eingestreuten chromatischen Partikeln bestehen. Diese Chromatintheile sind aber keine scharf begränzte Körnchen, Schleifen oder Fäden sondern mehr wolkenartige Gebilde, in welchen oft ein noch dunkler, aber auch nicht scharf begränzter Fleck liegt.

Ausserordentlich bemerkenswerth scheint mir, dass ich hier trotz der rapiden Vermehrung, niemals karyokinetische Figuren sah, auch nicht bei Behandlung mit FLEMMING'scher Lösung und Saffraninfärbung. Man findet, wie Figur 110 (Tafel VIII) zeigt, alle Uebergänge zwischen einem einfachen, grossen und zwei, dicht an einander liegenden kleineren Kernen, aber niemals eine Andeutung von Kernschleifen oder dergleichen. Einen solchen in Theilung begriffenen Kern habe ich nochmals bei stärkster Oelimmersion möglichst genau in Figur 111 gezeichnet um zu zeigen, dass hier von regelmässigen

*) KOWALEVSKY (Zur embryonalen Entwickelung der Musciden. Biol. Centralbl. VI 1886, p. 49.) sah am oberen Pol die beiden ersten Furchungskerne, an der Stelle wo ich den Eikern fand. Er behauptet aber, dass sich später zuerst im Innern des Eies die Kerne vermehren und dann an die Oberfläche rücken.

Schleifen durchaus nicht die Rede ist. Es macht ganz den Eindruck, als ob der Kern sich hier amoeboid auseinanderzöge und sich auf diese Weise theilt, ohne vorher eine solche complicirte Anordnung seiner Bestandtheile vorzunehmen, wie wir es bei der Karyokinese kennen.

Weismann beobachtete bei den Gallwespen [171] auch am lebenden Ei, dass ein Kern sich sehr stark amoeboid bewegte und sich allmälich in zwei neue Kerne auseinanderzog. Will [177] und Brass [41] konnten in den ersten Embryonalkernen von Aphiden ebenfalls keine Kernfiguren beobachten. Bütschli [43] dagegen zeichnet eine Art von karyokinetischer Figur. Richtige Karyokinese ist überhaupt, soviel ich in der Literatur finden konnte, bei Insekten noch sehr wenig beobachtet. Balbiani [10] beschreibt Kerntheilungen bei frischen Kernen im Ovarialepithel von Stenobothrus pratorum. Ebenso theilen uns Bütschli [43 pg. 38. 49] und Mayzel [109] Beobachtungen über indirecte Kerntheilungen bei Insekten mit. Ferner giebt Korschelt [93] an, dass er im Endfach verschiedener Insektenovarien deutliche Kerntheilungsfiguren gefunden habe und endlich spricht Blochmann [33] in einer Mittheilung von einer Kernspindel am oberen Pol von Ameiseneiern. Da letztere Mittheilung aber schon im Mai 1884 veröffentlicht wurde und bis jetzt noch keine weitere Arbeit Blochmann's über diesen Gegenstand erschienen ist, so weiss ich nicht, ob die Beobachtung so ganz sicher ist. — Hier, bei den ersten Embryonalkernen der Fliege konnte ich jedenfalls auch bei Behandlung mit Flemming's Lösung keine Karyokinese nachweisen. Sollte das wohl mit der rapiden Vermehrung in Beziehung stehen?

Meinen sehr lückenhaften Beobachtungen über die ersten Embryonalkerne möchte ich gerne noch eine hinzufügen, die sich auf das Emporsteigen der eben beschriebenen Kerne in das Blastem bezieht. Fig. 112 zeigt uns einen Schnitt vom Rande der hintern Eihälfte. Man sieht dort deutlich, wie sich die Kerne, in welchen sich das Chromatin schon etwas vermehrt hat, amoeboid in die Länge gestreckt haben und offenbar auf der Wanderung nach dem Keimhautblastem begriffen sind. Sie nehmen dabei oft ganz bizarre unregelmässige Formen an, sind aber stets scharf von dem umgebenden Eiplasma abgegrenzt. Einige der Kerne (Fig. 112, *a*) scheinen schon etwas wieder zur Ruhe gekommen sein, sie liegen mehr an der Oberfläche als die anderen und haben nicht mehr die langgestreckte Gestalt, sondern sind mehr zusammengezogen, wenn auch immer noch amoeboid. Das Chromatin, welches bei den langen

Kernen mehr in grossen Brocken vorkommt, zeigt sich uns hier in viel kleineren Partikeln.

Ausser den eben beschriebenen Kernen sind in den Schnitt Fig. 112 noch eine grössere Anzahl kleinerer sichtbar (β), welche scharf begrenzt sind und aus einer hellen Kernsubstanz mit centralem Chromatinkörper bestehen. Ueber den Ursprung und das Schicksal weiss ich nichts anzugeben.

Während alle diese Kerne schon im Ei, gewissermassen als „inneres Blastoderm" vorhanden sind, habe ich von den „Polzellen" noch nichts wahrnehmen können. Es ist dies vielleicht wichtig für die Beurtheilung der Bedeutung derselben. Man hat sie vielfach als ganz früh sich aus den ersten Embryonalkernen abspaltend betrachtet und deshalb gemeint, dass die Substanz derselben noch ziemlich der des Eikerns ähnlich sein müsste (WEISMANN [172 a] und BALBIANI [8. 9]). Mir scheint nun aber, dass vor dem Austritt der Polzellen schon eine ausserordentlich grosse Anzahl von Kernen im Ei vorhanden ist, so dass man den Polzellen nicht einen so grossen Werth für die Vererbung beilegen kann. Doch lege ich auf diese Beobachtungen selbst kein so grosses Gewicht. Ich habe diese Entwickelung lange nicht genau genug untersucht, um behaupten zu können, dass die Polzellen nicht doch von besonderen früh abgesonderten Kernen abstammen.

Zum Schlusse möchte ich nun noch einmal die Erscheinungen bei Musca zusammenfassen.

1. Das Keimbläschen rückt in ziemlich jungen Eiern an die Peripherie und zwar ganz an den oberen Eipol, ausserhalb der Eiaxe.

2. Hier werden eine Zeit hindurch „Ballen" aus dem Keimbläschen ausgestossen.

3. Das Keimhautblastem bildet sich sehr früh.

4. Das Keimbläschen rundet sich wieder ab und steigt ungefähr ein Sechstel der Eilänge an der Peripherie des Eies hinab, wo es längere Zeit liegen bleibt.

5. Hier verschwindet es, nachdem es ein klein wenig ins Eiinnere gewandert ist und dort seine Contour verloren hat.

6. Der Eikern resp. Furchungskern tritt (während der Eiablage?) am oberen Eipol in der Nähe der Mikropyle als heller Fleck wieder auf.

7. Die ersten Furchungskerne liegen zuerst am vorderen Pol, in einer Schicht im Dotter.

Anabolia.

Taf. VII, Fig. 113 und 114.

Von Neuropteren habe ich nur diese eine Form untersucht und leider auch diese sehr unvollkommen.

Die Form der Eier schliesst sich sehr an die der Lepidopteren an, das Ei mit den Nährzellen zusammen bildet immer ein Fach der Eiröhre. Dadurch ist die Oberfläche des Eies an einer Seite halbkugelförmig, gegen die Nährzellen hin aber abgeplattet. Letztere unterscheiden sich von denen der Lepidopteren dadurch, dass sie hier grosse runde Kerne haben, während dieselben bei den Lepidopteren ganz bizarr amoeboid zerflossen sind.

In dem jungen Ei (Fig. 113, Taf. VII) liegt das Keimbläschen ziemlich central. Es färbt sich bei Doppelfärbung roth, während das Eiplasma blau wird. Im Keimbläschen ist ein grösserer Nucleolus (*n*) und einige Granulationen (*g*) sichtbar, welche wohl als Reste des Kerngerüstes anzusehen sind. In dem Ei haben sich schon einige wenige Dotterpartikel abgeschieden.

Fig. 114 (Taf. VII) stellt ein bedeutend älteres Ei dar, das schon ganz mit Dotter erfüllt ist. In einer Ecke, bei *k*, liegt ein eingedrücktes, homogenes Gebilde, welches sich blau färbt. Durch seine Gestalt und stärkere Färbung unterscheidet es sich von den Dotterpartikelchen, so dass ich nicht umhin kann, es als Kern in Anspruch zu nehmen, besonders da es an der Stelle liegt, wo ich das Keimbläschen vermuthen musste. Durch den Schnitt war es hier offenbar etwas herabgedrückt, weil oberhalb von ihm eine Lücke zu bemerken war. Leider gestattete die Conservirung des Eies nicht, die Structur dieses Gebildes näher zu studiren.

Das Ei hatte hier eine grösste Breite von 163 μ; es wächst nur noch unter beständiger Abnahme der Nährzellen heran. Das grösste Ei, das ich auf meinen Schnitten finden kann, hatte 386 μ im Durchmesser. Einen Kern habe ich nicht wieder beobachtet.

Aus diesen lückenhaften Beobachtungen kann man wenigstens schliessen, dass sich hier die Vorgänge eng an die bei den Lepidopteren anschliessen und dass auch hier, wo wir das eingebuchtete Keimbläschen sehen, höchst wahrscheinlich, der Austritt der Ballen stattfindet.

Vespa germanica und media.

Taf. VIII, Fig. 115—122.

Die Hymenopteren bilden einen der interessantesten Theile der Arbeit, weil ausser den gewöhnlichen Reifungserscheinungen, welche, wie ich gleich bemerken will, ebenso wie bei den übrigen Ordnungen ablaufen, noch die Bildung des Dotterkerns in sehr vielen Fällen vor sich geht. Die Metamorphose des Keimbläschens bei Vespa und Camponotus ist bereits von BLOCHMANN [33] in einer kurzen Mittheilung beschrieben, doch weiche ich in der Deutung der Bilder von ihm bedeutend ab. Die Körper, welche am Keimbläschen auftreten, hielt BLOCHMANN für Kerne, während ich sie als Dotterkerne deute. Doch gehen wir erst die Eibildung bei Vespa an der Hand von Zeichnungen durch. Zwischen beiden Arten der Gattung konnte ich keinen Unterschied wahrnehmen und beziehe mich desshalb in der Darstellung nicht auf eine specielle Art.

Die Endfächer sind sehr lang und gehen ganz allmählich in den Theil der Eiröhre über, wo Eier und Nährzellen abwechselnd auf einander folgen. Zuerst liegen noch Eier und Nährzellen durch einander (Fig. 115 und 116, Taf. VIII), später aber ordnen sich dieselben so an, dass die vom Follikelephitel umgebene Eizelle unterhalb eines Haufens von Nährzellen liegt (Fig. 118 und 119, Taf. VIII).

In den jüngsten Eiern (Fig. 115, *a*) liegt das Keimbläschen ziemlich central. Dasselbe hat einen stark granulirten Inhalt und eine Stelle, welche sich intensiv färbt und wohl als Nucleolus zu deuten ist. Schon auf diesem jungen Stadium sieht man an der Peripherie des Keimbläschens zwei kleine rundliche Kugeln liegen, welche sich nicht färben. Sie scheinen in ihrem Inneren eine dunkle Stelle zu enthalten, welche man für Chromatin halten könnte. Ich bin jedoch mehr geneigt, sie für irgend eine sonstige Concretion zu halten, welche nun besondere Lichtbrechungsverhältnisse bewirkt. Um über die Entstehung dieser Gebilde ins Klare zu kommen, habe ich eine noch jüngere Eizelle als die auf Figur 115 abgebildete mit einer SEIBERT'schen homogenen Immersion $\frac{1}{12}$ untersucht. (Fig. 116.) Wir sehen da, dass das helle Keimbläschen ringsum vollständig scharf begränzt ist und dass an seiner Peripherie verschieden grosse helle Kügelchen auftreten. Die kleineren derselben sind nicht von gewöhnlichen Dotterkugeln zu unterscheiden, wie wir sie überall in den Eiern antreffen sehen. Zwischen diesen aber und den oben beschriebenen grösseren mit „dunklem Körper" im Inneren finden sich alle Ueber-

gänge. Ich bin desshalb überzeugt, dass die kleineren Kügelchen zusammenschmelzen und so die grösseren liefern. In dem Keimbläschen ist immer ein feines Gerüst zu constatiren, welches aber nichts Besonderes bietet. Zwar sieht man bisweilen an der Peripherie ein Chromatinbröckchen, doch konnte ich nie finden, dass ein solches sich vergrösserte, loslöste und zu einem Kern anwächst, wie Blochmann das behauptet. Ich wiederhole also noch einmal, dass ich diese Kerne nur für „Dotterconcretionen" halte.

Diese Gebilde vermehren sich nun sehr stark. In Figur 115 bei *b* sind schon bedeutend mehr als bei *a* und in Figur 116 vorhanden. Eine noch weitere Zunahme bemerkt man in den Eiern, welche Figur 117 und 118 abgebildet sind. Diese Ballen nehmen so sehr überhand, dass sie das Keimbläschen fast ganz verdecken (Fig. 118) oder auch dasselbe bisweilen wie eine Art von Epithel völlig umgeben (Fig. 119). Während dieser starken Vermehrung der „Dotterkerne" rückt das Keimbläschen zusammen mit dem Haufen der Dotterkerne allmählich an die Peripherie (Fig. 118, 119). In dem Keimbläschen sind keine besonderen Veränderungen vor sich gegangen, man kann immer noch die feinen Ueberreste des Gerüstes und im Centrum eine dunklere Concretion sehen, welche bald aus einzelnen Körnern besteht, bald etwas compacter ist und als eine Art von Nucleolus erscheint. Letzteres findet sich auf späteren Stadien noch mehr ausgeprägt.

In Figur 120, die den oberen Pol eines Eies darstellt, sehen wir das Keimbläschen schon ziemlich nahe der Peripherie. Es hat hier eine etwas unregelmässig gezackte Gestalt angenommen, gleichsam als ob es durch die angelagerten „Dotterkerne" eingedrückt wäre. Diese Einbuchtungen sind aber durchaus nicht mit den früher bei anderen Formen beschriebenen zu verwechseln, da dieselben hier an allen Seiten auftreten können, während sie sich in jenem Falle, wo es sich um den Austritt der „Ballen" handelt, nur an der Seite des Keimbläschens, welche der Eiperipherie zugewandt ist, und nur einfach bildet.

Wenn das Keimbläschen die Peripherie erreicht hat, legt es sich flach an dieselbe (Fig. 121). Eine Einbuchtung zum Ballenaustritt habe ich nicht beobachtet, doch glaube ich mit Bestimmtheit sagen zu können, dass der Austritt in diesem Stadium stattfinden muss. — Die Dotterkerne lösen sich nun vom Keimbläschen los und verbreiten sich am oberen Eipol, wo sie allmählich aufgelöst werden (Fig. 121, 122). Der eigentliche Dotter bildet sich, wie auch Blochmann angibt, zuerst am unteren Pol und an der Peripherie,

während am oberen Pol noch eine Plasmamasse bleibt, welche mit dem Nährfach durch einen Plasmazapfen in Verbindung steht (Fig. 122). Das Keimbläschen macht hier, wo ich es zuletzt beobachtete, schon einen etwas anderen Eindruck als früher; es ist bedeutend kleiner geworden, was ich aber nicht mit der Bildung der Dotterkerne in Verbindung setzen möchte, da die hauptsächliche Verkleinerung erst stattfindet, wenn sich die Dotterkerne von ihm abgelöst haben (cf. Fig. 120 bis 122). Ferner färbt es sich hier bedeutend stärker als früher und hat einen deutlichen Nucleolus, welcher einem besonders beim Aufsuchen desselben als Kennzeichen dient. Seine Lage hat es auch etwas verändert, indem es von dem Follikelepithel weg, wieder ein wenig in das Innere des Eies gerückt ist, was mir ein Anzeichen ist, dass es an der Eiperipherie seine Function, d. h. die Ausstossung der Ballen, vollendet hat.

In älteren Eiern war es mir nicht mehr möglich, den Eikern aufzufinden. Leider standen mir ganz reife Eier nicht zu Gebote, so dass ich über das Wiedererscheinen des Kernes nichts aussagen kann. Letzteres habe ich nur bei Musca beobachtet. Ich glaube aber, dass wir erst BLOCHMANN's ausführlichere Arbeit und seine Zeichnungen abwarten müssen, um über die Kernspindel, den Spermakern etc. nähere Aufschlüsse zu erhalten.

Bombus terrestris.

Taf. VIII, Fig. 123—128.

Wir haben hier ganz ähnliche Verhältnisse, wie bei Vespa, nur findet das Auftreten der „Dotterkerne" bedeutend später statt.

In Fig. 123 ist bei *a* ein ganz junges Ei zu sehen. Sein Keimbläschen liegt im Centrum. In der hellen Kerngrundsubstanz sieht man ein feines Gerüst, dass sich an mehreren Stellen etwas verdichtet. Von einem Nucleolus ist nichts zu sehen. Die ferneren Stadien fehlen mir leider, meine Beobachtungen setzen erst wieder ein, wenn das Keimbläschen an der Eiperipherie liegt und einen deutlichen Nucleolus hat (Fig. 124). Von dem Kerngerüst sind noch Spuren nachweisbar. Hier sieht man auch, dass an einer Stelle des Keimbläschens sich ausserhalb desselben ganz winzige Kugeln bilden und dass diese allmählich auf ihrem Weg zur Eiperipherie anwachsen (x). Ganz ebensolche, herangewachsene Gebilde liegen an der ganzen Peripherie des Eies zerstreut. Alle diese Kugeln haben nun sehr täuschend das Ansehen von wirklichen Kernen, sie sind scharf begrenzt und scheinen ein Chromatingerüst in einem hellen

Kernplasma zu enthalten. Trotzdem kann ich nicht umhin, dieselben für Homologa der bei Vespa oben beschriebenen Gebilde zu halten. Aehnliches habe ich auch bei fast allen Ichneumoniden beobachtet. Das Keimbläschen ist hier überall vollständig scharf begrenzt, wir finden keine Ausbuchtungen, welche auf eine Abschnürung deuteten. Eine Entstehung neuer Kerne durch Sprossung ist ja allerdings manchmal behauptet, sowohl am Keimbläschen verschiedener Thiere durch Fol [59. 60], Balbiani [13], Blochmann [33], Will [178. 179] u. s. w. als auch besonders bei der Spermatogenese. Die Verhältnisse müssen aber noch viel genauer studirt werden, ehe man diesen Vermehrungsmodus als ganz feststehend annehmen kann. Man könnte ja auch an freie Kernbildung denken, aber diese ist doch wohl so unwahrscheinlich, dass wir sie nicht annehmen können, wenn wir nicht absolut dazu gezwungen sind. — Was sollen denn hier diese Kerne eigentlich, da sie sich ja doch nachher wieder im Dotter des Eies auflösen?

Dazu kommt nun noch, dass in anderen Präparaten (Fig. 123 bis 126 sind nach Präparaten von Herrn Dr. Korschelt gezeichnet) die Kugeln nicht so sehr echten Kernen ähnlich sehen, sie machen dort bedeutend mehr einen homogenen „dotterähnlichen" Eindruck (Fig. 127. 128). Ich kann desshalb nicht umhin, auch diese Gebilde als „Dotterkerne" zu bezeichnen. Sie sind einfache Dotterconcretionen, wohl eine besondere Art von Dotter, der in irgend einer Entwickelungsperiode des Eies aufgelöst wird. Ich komme später noch einmal auf diese Verhältnisse zurück.

Man könnte diese „Kerne" nun auch noch für eingewanderte Kerne halten, die dem Ei zur Nahrung dienen, wie dies von His [79] für die Lachseier und von Brandt [36] für die Periplaneta behauptet ist. Ich muss gestehen, dass mich dieser Gedanke auch sehr viel beschäftigte und dass ich auch einzelne Bilder bekam, die dafür zu sprechen schienen. Fig. 125 (Taf. VIII) stellt ein Stück vom oberen Pol eines Eies dar, wo am Keimbläschen ebenfalls solch ein Dotterkern liegt. Bei x aber liegen 3 Kerne, welche einen Uebergang zwischen den Kernen des Follikelepithels an den Dotterkernen zu bilden scheinen. Ich will es desshalb nicht ganz bestreiten, dass bisweilen einmal Zellen von Aussen in das Ei gelangen und dort verarbeitet werden, aber die Bildung dieser „Dotterkerne" scheint mir doch im Allgemeinen so vorzugehen, wie ich oben angenommen habe.

Die Dotterkerne vermehren sich sehr stark, so dass sie, wenn

das Ei eine Länge von ca. 0,15 mm hat, eine völlige Schicht unter dem Follikelepithel bilden, ganz in der Art, wie die Testazellen der Tunicaten, nur dass diese sich stark färben, während die „Kerne" bei Bombus äusserst blass sind. Figur 126 zeigt einen kleinen Theil der Peripherie eines solchen Eies mit dem Keimbläschen. Am obern Pol sind die Dotterkerne deutlich, während sie am unteren sich auflösen. Ich muss aus alle dem schliessen, dass sie am oberen Pol und zwar am Keimbläschen gebildet werden und von da aus sich über die Peripherie des Eies ausbreiten. Allmählich verfallen sie dann der Auflösung und zwar zuerst da, wo sie am ältesten sind, nämlich am unteren Pol.

Bis jetzt war im Ei noch kein wirklicher Dotter vorhanden. Derselbe tritt zuerst unten und an der Peripherie auf, während die Umgebung des Keimbläschens fürs erste noch frei davon bleibt. In seiner Nähe liegen noch eine ziemliche Anzahl der Dotterkerne (Fig. 127), welche hier einen etwas gequollenen, homogenen Eindruck machen. An diesem Ei, das eine Länge von 1,85 mm hatte, war vom Follikelepithel die erste Anlage des Chorions in Gestalt einer ganz dünnen Lamelle abgeschieden; eine Dotterhaut war noch nicht gebildet.

In dem Ei, das ich Figur 128 abgebildet habe, sind die Dotterkerne bereits sehr stark in Auflösung begriffen. Das Keimbläschen hat an einer Seite, der Eiperipherie zugekehrt, eine leichte Ausbuchtung, in welcher kleine stark glänzende, homogene Ballen liegen, welche ich für die Homologa der Ballen halten muss, wie ich sie oben bei anderen Formen beschrieben habe. Ein Nucleolus ist hier noch vorhanden, was mir als Beweis gilt, dass der Ballenaustritt durchaus nichts mit dem Verschwinden des Nucleolus zu thun hat.

Aeltere Stadien des Keimbläschens habe ich nicht auffinden können, in allen reiferen Eiern konnte ich nichts mehr von demselben entdecken. Es wird also wohl bald nach dem Austritt der Ballen verschwinden.

Trogus lutorius.

Tafel VIII, Fig. 129—131.

Im jungen Ei liegt das Keimbläschen im Centrum, seine Kerngrundsubstanz ist hell, fast ganz farblos, in sie eingelagert ist aber ein feines Gerüst, dass sich an einer Stelle, ganz wie bei Vespa und Bombus, verdichtet (Fig. 129, Taf. VIII). In diesem Ei liegen schon im Plasma zwei kleine homogene Kügelchen. Ob diese aber mit

den später massenhaft auftretenden Dotterkernen in Verbindung zu setzen sind, ist mir etwas zweifelhaft.

Ich will nun nur noch zwei Eier beschreiben, welche ca. 0,7 mm lang sind. In Fig. 130 liegt das Keimbläschen an der Peripherie, es sind in ihm ausser Spuren eines Gerüstes ein grosser und zwei kleine Nucleolen erkennbar. Sowohl in der Nähe des Keimbläschens als auch an der entgegengesetzten Seite des oberen Poles sind eine Menge von „Dotterkernen" zu sehen. Sie gleichen sehr denen von Bombus, so dass ich nichts besonderes über sie zu sagen hätte.

An der linken Seite der Zeichnung scheinen sie schon stark in Auflösung begriffen zu sein. In dem Ei ist eine Menge von Dotter ausgeschieden; am oberen Pol, in der Nähe des Endfaches, aber ist noch ein Stück frei von den kleinen Dotterkörnern geblieben. Um das Ei ist eine feine homogene Membran abgeschieden, welche ich als Membrana vitellina deuten möchte, da sie dem Ei und nicht dem Follikelepithel immer dicht anliegt.

Das Ei, welches in Fig. 131 abgebildet ist, ist schon etwas weiter in der Entwickelung fortgeschritten. Es ist ganz mit Dotterpartikeln erfüllt. Das Keimbläschen ist im grossen Ganzen noch so wie in Fig. 130, nur hat sich der Nucleolus aufgelöst. An seiner Stelle sehen wir eine Anzahl von kleinen Körnchen, die wenig gefärbt sind. Ausser den feinen Dotterkörnern liegen am oberen Eipol eine Menge von grösseren runden Gebilden, die ich für die in Auflösung begriffenen Dotterkerne halte.

Einen Ballenaustritt habe ich nicht beobachtet, derselbe wird wahrscheinlich auf diesem oder einem sehr bald folgenden Stadium vor sich gehen.

Banchus fulvipes.

Tafel VIII, Fig. 132—137.

In einem jungen Ei, wie solches auf Taf. VIII, Fig. 132 abgebildet ist, liegt das Keimbläschen central; es hat eine länglich ovale Gestalt und ist wohl amoeboid beweglich, wenigstens ist an seinem oberen Ende die Contour etwas unregelmässig. Von einem Gerüst war in diesem Präparat nichts zu sehen, in der hellen homogenen Kerngrundsubstanz ist im Centrum nur eine Ansammlung feiner Chromatinkörnchen zu sehen.

In dem sonst homogenen Zellplasma sind schon einige winzige Dotterpartikel abgesondert.

Indem das Ei nun heranwächst und zuerst am unteren Pol und an der Peripherie feinkörnigen Dotter ausscheidet, reicht das Keimbläschen an die Oberfläche, in die Nähe des oberen Eipols (Fig. 133). Während der Zeit hat sich auch ein grosser, stark färbbarer Nucleolus gebildet. Ueber die Art seiner Bildung weiss ich nichts näheres anzugeben.

Das Keimbläschen buchtet sich hier nun bald an der Seite ein, mit welcher es der Eiperipherie anliegt, und in dieser Bucht finden wir stark lichtbrechende homogene Kugeln, die denen entsprechen, welche wir schon bei anderen Formen kennen gelernt haben (Fig. 134, 135). Auf diesem Stadium finden wir entweder einen oder mehrere Nucleolen im Keimbläschen. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass der Keimfleck sich zu dieser Zeit wieder auflöst, wenigstens finden wir später keinen mehr.

Das Ei wächst nun weiter heran und scheidet eine feine Membrana vitellina um sich aus. Wir sehen jetzt in seinem Innern massenhaft Dotterkerne auftreten. Es sind dies grössere oder kleinere helle Concretionen, die eine unregelmässige Gestalt haben und sich nicht färben. In ihrem Innern treten oft einige feine Granulationen auf. Sie können eine Grösse von 20 μ. im Durchmesser erreichen. Vom Keimbläschen unterscheiden sie sich dadurch, dass sie nie so scharf begrenzt sind wie jenes. Ausserdem sind in jenem stets mehr oder weniger Chromatinpartikel vorhanden. Fig. 136 und 137 zeigen die oberen Pole von zwei solchen Eiern.

Wo und wie diese Dotterkerne entstehen, kann ich nicht genau angeben. Aber aus dem Umstand, dass man häufig einen am Keimbläschen liegen findet (Fig. 137) und dass sie am oberen Eipol viel zahlreicher als am entgegengesetzten sind, lässt sich wohl schliessen, dass sie ebenso wie bei Vespa, Bombus etc. ihren Entstehungsort an der Peripherie oder doch in unmittelbarer Nähe des Keimbläschens haben.

Sehr von Bedeutung scheint mir noch der Umstand, dass das Keimbläschen hier schon seine Lage an der Peripherie des Eies verlassen hat und wieder etwas in das Eiinnere hineingewandert ist. Es hat dort eben seine Function in der Ausstossung der Ballen verrichtet.

In einem Ei von 0,4 mm Länge und 0,12 mm Breite sind noch eine grosse Anzahl von Dotterkernen vorhanden. Dieselben schwinden aber, während das Ei hauptsächlich in die Länge wächst, so dass bei einem 1,05 mm langen und 0,15 mm breiten Ei nichts mehr

von ihnen zu entdecken ist. Das Keimbläschen liegt hier am oberen Pol im Einnern wie im vorigen Stadium. In älteren Eiern konnte ich nichts mehr von demselben auffinden.

Die Reifungsgeschichte der Eier von Banchus hat uns aber die interessante Thatsache ergeben, dass das Auftreten der Dotterkerne unabhängig von dem Austritt der „Ballen" ist, da letzterer Vorgang ersterem hier vorangeht. Das sind entschieden von einander ganz unabhängige Bildungen.

Wenn wir nun ferner annehmen, wozu wir meiner Meinung nach gezwungen sind, dass die Dotterkerne unter dem Einfluss des Keimbläschens entstehen, so sehen wir auch, dass ein Keimbläschen, aus welchem schon die „Ballen" ausgetreten sind, noch im Stande ist, die Dotterkerne zu bilden. Letzterer Umstand ist mir von grosser theoretischer Bedeutung, ich werde auf denselben weiter unten noch zurückkommen.

Pimpla sp.

Tafel VIII, Fig. 138—140.

Ueber diese Form kann ich leider nicht viel berichten.

In dem jungen Ei liegt das helle Keimbläschen mit centraler Chromatinanhäufung im Innern des Eies (Fig. 138). Es ist hier noch keine Spur von Dotterkörnchen zu bemerken.

Das Keimbläschen rückt nun bald an die Peripherie des Eies, während sich sehr feinkörniger Dotter ausscheidet. In einem Ei von 0,4mm Länge finden wir es dem Follikelepithel des oberen Poles anliegend. In seinem Innern ist eine grosse Anzahl von stark gefärbten Nucleolen sichtbar. Die äusserste Schicht des Eies besteht hier schon aus einer feinen Lage von dotterlosem Plasma, dem ersten Anfang des Keimhautblastems (Fig. 139).

Das Keimbläschen bleibt an dieser Stelle liegen, während das Ei sehr in die Länge wächst. Figur 140 zeigt dasselbe von einem 1,1mm langen Ei. Anstatt der zahlreichen Nucleolen liegen jetzt in seinem Centrum feine Körnchen von chromatischer Substanz. In der Nähe des Keimbläschens finden wir auch hier eine grosse Anzahl von „Dotterkernen," ganz von dem Typus der bei Bombus und Trogus beschriebenen. Eine Dotterhaut ist hier noch nicht gebildet.

Wann bei dieser Form der Austritt der Ballen aus dem Keimbläschen stattfindet, konnte ich leider nicht constatiren. Ob derselbe vor der Bildung der Dotterkerne, wie bei Banchus oder nach

derselben wie bei Bombus geschieht, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen. Die ganze Aehnlichkeit der Eier von Pimpla mit denen von Bombus lässt uns vermuthen, dass der Ballenaustritt nach der Dotterkernbildung wie bei letzterem geschieht.

Anomalon circumflexum.

Tafel VIII, Figur 141—151.

Wir kommen jetzt zu einer Reihe von Ichneumoniden, bei denen ein „eigentlicher Dotterkern" auftritt. Die bei den vorangegangenen Arten beschriebenen kleineren Dotterkerne verschmelzen zu einem grossen sich stark färbenden Ballen, welcher stets am hinteren Eipol liegt. Wir haben es hier offenbar mit einem weiter vorgeschrittenen Stadium der phyletischen Entwickelung zu thun. Ich möchte dies jetzt näher zu beschreibende Gebilde als „eigentlichen Dotterkern" bezeichnen und im Gegensatz dazu die kleinen zerstreuten Dotterconcretionen, wie wir sie bei Vespa, Bombus, Banchus etc. finden als „diffusen Dotterkern", weil hier dasselbe Material, das bei anderen Arten den eigentlichen Dotterkern bildet, in kleinen Partikeln in einem grossen Theil des Eies verbreitet ist.

Doch gehen wir jetzt zur Betrachtung der Verhältnisse bei Anomalon über, wo ich die Entstehung des Dotterkernes am genauesten verfolgen konnte.

In einem ganz jungen Ei (Fig. 141 Tafel VIII) findet man schon hart an dem amöboiden Keimbläschen verhältnissmässig grosse, unregelmässige, ebenso wie das Keimbläschen ungefärbte, Ballen liegen. Man könnte leicht auf den Gedanken kommen, dass dieselben aus demselben ausgetreten wären, doch konnte ich mich niemals davon überzeugen. Immer konnte ich das Keimbläschen scharf begränzt sehen, niemals hingen die Ballen mit dem Inhalt der letzteren zusammen. In den Ballen sind zwar einzelne Granulationen sichtbar, welche man für ein Chromatingerüst halten könnte, doch glaube ich, dass es sich hier um ganz dieselben Bildungen handelt, wie wir sie schon am Keimbläschen anderer Hymenopteren entstehen sehen.

In dem Keimbläschen ist ein Gerüst vorhanden, nicht aber ein Nucleolus. Derselbe tritt erst später auf, wahrscheinlich durch Verschmelzen kleiner Nucleolen. (cf. Fig. 146—147.)

Es treten nun mehrere von diesen Ballen auf, die dann im Eiplasma zerstreut liegen. Sie sind anfangs an keine besondere

Stelle gebunden. In der Fig. 142 liegen zwei oberhalb und einer unterhalb des Keimbläschens und in der Figur 143 ist das Verhältniss umgekehrt. Mehr als drei oder vier solcher Ballen scheinen nicht gebildet zu werden, wenigstens habe ich nie mehr beobachten können. Dieselben begeben sich nun an den unteren Eipol (Fig. 144) wo sie mit einander verschmelzen. (Fig. 145.) Schon jetzt sehen wir in ihnen einzelne Stellen auftreten, welche sich stark färben, doch möchte ich noch besonders darauf aufmerksam machen, dass diese färbbare Substanz mit dem Chromatin der Kerne wohl nichts zu thun hat. Wenn zwei Substanzen gegen ein Reagens, wie es unsere Farbstoffe darstellen, sich gleich verhalten, so brauchen sie doch noch lange nicht gleich zu sein.

In einem schon bedeutend älteren Ei (Fig. 146) hat sich nun dieser Dotterballen wolkenartig aufgelöst. Wir finden am hinteren Pol, an derselben Stelle, wo früher die Ballen lagen, einen verschwommenen, hellen, nebelartigen Flecken wieder, in welchem einzelne unregelmässige Brocken stark gefärbter Substanz liegen. Das Keimbläschen liegt hier an der Peripherie des Eies und zeigt in seinem Innern eine grosse Anzahl von Chromatinkörnern, durch deren Vereinigung wahrscheinlich der Keimfleck entsteht. Dass weder die Ausbildung des Keimflecks noch die des Dotterkernes mit der Lage des Keimbläschens direkt in ursächlichem Zusammenhang steht, beweisen uns die Eier, welche in den Figuren 146 und 147 abgebildet sind. In dem einen (Fig. 146) liegt das Keimbläschen ohne Nucleolus an der Peripherie, während in dem anderen dasselbe mit ausgebildetem Nucleolus noch im Einnern sich befindet.

In dem Dotterkern hat sich die gefärbte Substanz in Figur 147 bedeutend vermehrt, während der helle Hof sehr an Ausdehnung abgenommen hat. Der gefärbte Theil ist manchmal rundlich, gewöhnlich streckt er jedoch in der Eiaxe einen Fortsatz in das Innere des Eies hinein, wie wir es in der Figur 147 sehen.

Bis jetzt war in dem Ei noch nichts von Dotter zu sehen, derselbe tritt nun von der Peripherie aus auf, indem er zuerst einen Theil des Eies im Centrum freilässt (Fig. 148). Das Keimbläschen liegt noch wie im vorigen Stadium an der Peripherie. Einmal habe ich in einem Ei von ungefähr dieser Grösse ein Keimbläschen mit der charakteristischen Einbuchtung gefunden, in welcher kleine homogene Kügelchen lagen, die sich durch ihre vollständige Farblosigkeit von den Dotterkörnern unterschieden. Wir haben es hier

ganz sicher mit dem Ballenaustritt zu thun (Fig. 149). Der Nucleolus besteht hier schon mehr aus einzelnen, dicht zusammenliegenden Ballen.

Der Dotterkern ist auf diesem Stadium vollständig fertig gebildet. Er liegt als mehr oder weniger rundliches Gebilde am hinteren Eipol. Bisweilen findet man, wie ich Fig. 148 abgebildet habe, noch einen kleineren Dotterkern neben dem grossen liegen, was mir ein sicherer Beweis dafür ist, dass wir es hier mit keinem wirklichen Kern, sondern nur mit einer Concretion von ganz besonderer Dottersubstanz zu thun haben.

Das Ei streckt sich nun bedeutend in die Länge und sein hinterer Pol wächst zu einem schmalen Fortsatz aus, dem Eistiel, den wir bei manchen Ichneumoniden antreffen. Er wird hier stets am hinteren Pol gebildet, während er bei den Cynipiden am vorderen Pol auftritt*).

Das Ei, an dem schon eine Membrana vitellina und die erste Spur eines Chorions sichtbar ist, hat ein deutliches Blastem gebildet. Das Keimbläschen ist etwas von der Oberfläche des Eies in das Innere hineingetreten und hat eine Menge von amoeboiden Fortsätzen ausgestreckt. Es ist bedeutend kleiner als im vorigen Stadium und macht überhaupt den Eindruck, als wenn es nächstens unsichtbar werden würde. Ein etwas verschwommener Nucleolus ist noch vorhanden. Den Dotterkern sehen wir noch am hinteren Pol des Eies (den Stiel abgerechnet) liegen, er ist aber offenbar in Auflösung begriffen. Seine sonst scharfen Contouren sind gänzlich verschwommen.

In einem reifen Ei (Fig. 151) ist vom Keimbläschen keine Spur mehr zu finden. Die Stelle, wo früher der Dotterkern lag, ist uns durch eine dotterfreie Plasmastelle im Ei angedeutet, welche jedoch auch wohl selbst bald verschwinden kann. Das Blastem umgiebt das ganze Ei mit Ausnahme des Stiels, wo es sehr dünn ist, in einer ziemlich starken Lage.

Zu beachten sind die höchst eigenthümlichen Chorion-Bildungen am oberen Eipol. Wir sehen dort einen aussen mit einer tiefen Rille versehenen Ring (Fig. 151 *a*) und innerhalb desselben eine Anzahl Chitinzapfen (*b*). Die Entstehung derselben habe ich nicht verfolgt. Was ihre Bedeutung anbetrifft, so glaube ich, dass sie zur Befestigung des Eies in den Geweben oder in der Haut des

*) Vergl. u. a. ADLER [1] WEISMANN [171] etc.

Wirthes dienen. Wenigstens scheint mir dies die Function des Ringes zu sein. Die Zapfen spielen vielleicht (?) bei der Befruchtung eine Rolle.

Lampronota (?).

Tafel VIII, Fig. 152—155. Tafel IX, Fig. 156—161.

Die Bestimmung dieser Form ist nicht ganz sicher, es handelt sich um eine sehr kleine Ichneumonide, welche aus den Puppen des Kiefernwicklers, Tortix (Retinia) buolinana, ausgeschlüpft war. Die Ovarien wurden herauspräparirt und frisch in physiologischer Kochsalzlösung untersucht. Die Eiröhren selbst sowie die Eileiter machten sehr starke peristaltische Bewegungen, die unter dem Deckglas ca. 15—20 Minuten andauerten.

Besonders zeichnete sich der Eileiter dadurch aus, seine Bewegungen wurden so energisch, dass drei reife Eier bald in seinem unteren Theile lagen, bald wieder in den Eierkelch zurückgedrängt wurden. Ich konnte also überzeugt sein, dass ich es hier mit unverändertem, lebendem Material zu thun hatte. Einige Ovarien habe ich auch conservirt und später geschnitten.

Die Endfäden der Eiröhren waren sehr lang, es liess sich an ihnen lebend nicht viel sehen.

In den jüngeren Eiern, welche noch von einem starken Follikelepithel umgeben waren, konnte ich ein scharf umgrenztes, wasserhelles, rundes Keimbläschen sehen. Es enthielt einen stark lichtbrechenden Nucleolus. In dem sonst ziemlich durchsichtigen, feinkörnigen Eiplasma waren einige lichtbrechende Körnchen, der erste Dotter, zu sehen (Fig. 152, Taf. VIII).

Das Ei wächst nun stark heran und mit ihm das Keimbläschen. Die Dotterkörner nehmen zu, sind aber im Verhältniss zu anderen Eiern wenig zahlreich und sehr fein, so dass selbst bei ganz ausgebildeten Eiern das Keimbläschen, wenn es überhaupt vorhanden ist, deutlich zu erkennen ist.

Das Auftreten von Chorion und Membrana vitellina habe ich nicht weiter verfolgt, ich gehe gleich zur Beschreibung eines Eies über, bei dem beide Häute schon fertig gebildet sind. Zu bemerken ist, dass bei dem lebenden Ei der ganze Dotter mit der Dotterhaut sich sehr stark contrahirt hat, so dass zwischen ihm und dem Chorion ein weiter flüssigkeitführender Raum entstanden ist. Nur an der Mikropyle hängen Dotterhaut und Chorion durch eine schlauchförmige Membran zusammen (cf. Fig. 155). Zu bemerken ist, dass

bei der Conservirung das Chorion offenbar zusammenschnurrt, denn wir finden es auf den Schnitten dem Eikörper dicht angelagert.

Das Keimbläschen ist bei einem solchen Ei (Fig. 153) eine grosse Blase im Innern des Eies. Es liegt näher dem oberen Pol als dem unteren (ca. $\frac{1}{4} : \frac{3}{4}$). Es verändert hier häufig amoeboid seine Gestalt, bleibt jedoch stets ganz scharf begrenzt. Ein Nucleolus ist hier wie auf allen andern beobachteten Stadien vorhanden.

Das Plasma des Eies ist von keiner besonderen Farbe, einfach weisslich und mit den feinen Dotterpartikeln erfüllt.

Im oberen Drittel des Eies zeigen sich an der Oberfläche eigenthümliche, sehr stark lichtbrechende Körper von ungefähr der Grösse des Nucleolus. Man könnte sie auf den ersten Blick für Furchungskerne halten. Zuerst treten sie nur in der Zone des Keimbläschens auf (Fig. 153), verbreiten sich aber allmählich über die ganze Eioberfläche (Fig. 154. 155).

Diese Kugeln liegen stets an der Oberfläche, hart unter der Dotterhaut. Einmal nur sah ich, wie eins derselben an der Peripherie des Keimbläschens lag (Fig. 154, *a*). Ich glaube nun fest annehmen zu dürfen, dass diese Gebilde nichts weiter sind als die schon mehrfach weiter oben beschriebenen Dotterkerne, zu welchem Schluss uns ihr erstes Auftreten in der Region des Keimbläschens und die Lagerung eines derselben am Keimbläschen berechtigt. Fig. 155 zeigt uns ein Ei, wo die Bildung des „diffusen Dotterkerns" sein Maximum erreicht hat.

In einem späteren Stadium sind nun diese stark lichtbrechenden Dotterkerne sämmtlich verschwunden, das vorhin weisse Eiplasma hat eine schwach gelbliche Farbe angenommen und enthält wie früher winzige Dotterkörnchen, die aber an der Peripherie eine dünne Plasmaschicht freilassen. Das Keimbläschen ist von seiner Stelle verschwunden.

Nun sieht man aber in der Nähe des unteren Poles einen unregelmässigen etwas verwaschenen Fleck, der sich durch seinen gänzlichen Mangel an Dotterpartikeln von seiner Umgebung auszeichnet (Fig. 156, *x*). In einem späteren Stadium findet man den Fleck, welcher nun scharf begrenzt ist und ein quer liegendes Oval auf dem optischen Schnitt bildet, ganz am untern Pol liegen (Fig. 157), wo er nur durch eine dünne Schicht hyalinen Plasmas von der Dotterhaut getrennt war. Der Fleck ist zwar nicht durch eine Membran oder dergl. begrenzt, wohl aber sieht man, wie die Dotterpartikel

in einer scharfen Linie an ihn hinanreichen. In dem sonst hyalinen Innern des Fleckes findet man einige stark lichtbrechende Körnchen, welche für gewöhnlich eine kleine Ansammlung im Centrum bilden (Fig. 157).

Es liegt nun ungeheuer nahe, diesen Kern für den Furchungskern zu halten, besonders da Weismann bei den Gallwespen [171] auch annimmt, dass der Furchungskern am hinteren Eipol liegt. Doch hat sich diese Vermuthung als irrig erwiesen; an Schnitten lässt sich nachweisen, dass es sich hier nicht um einen Furchungskern, sondern um einen „Dotterkern", ganz wie bei Anomalon handelt. Den Kern, welchen Weismann auf Taf. I, Fig. 3 am hinteren Pol von einem Rhodites-Ei abbildet, dürfte wahrscheinlich auch auf einen derartigen Dotterkern zurückzuführen sein.

Zuerst kam ich auf die Vermuthung, dass es sich hier um den Dotterkern handelte, durch den Umstand, dass ich bei einem Ei beobachtete, dass der „Kern" aus zwei von einander getrennten Theilen bestand, die sich ziemlich gleich waren. Ich dachte da gleich an den Fig. 148, Taf. Taf. VIII abgebildeten Dotterkern von Anomalon. Doch konnte es sich hier ja möglicherweise um eine Furchungserscheinung handeln.

Wenn man nun aber einen Schnitt durch ein reifes Ei betrachtet (Fig. 160), so gewinnt man sofort die Ueberzeugung, dass wir einen Dotterkern vor uns haben, der im Innern einige Granulationen hat. Es ist wie alle anderen Dotterkerne ein homogenes, stark färbbares Gebilde, das sich von einem Kern leicht unterscheiden lässt. Bisweilen hat der Dotterkern in seinem Innern eine grosse Vacuole (Fig. 161) *).

In den Figuren 158 und 159 bilde ich noch zwei Schnitte durch junge Eier von Lampronota ab. Fig. 158 zeigt das Keimbläschen mit Nucleolus im Centrum des Eies, während es in dem etwas älteren Ei, das Fig. 149 abgebildet ist, an der Peripherie liegt. Weil wir es nun bei grösseren Eiern wieder im Eicentrum angetroffen haben, so müssen wir wohl annehmen, dass es schon auf diesem Stadium seine „Ballen" ausstösst. Beobachtet habe ich zwar keine Bilder, welche darauf schliessen liessen, aber es lässt sich das mit gewisser Wahrscheinlichkeit vermuthen.

Bei dieser Art rückt also das Keimbläschen wahrscheinlich schon

*) Weil der Schnitt das Ei etwas tangential getroffen hat, erscheint das Ei so schmal in der Figur.

sehr früh an die Oberfläche, um seine Ballen abzugeben. Darauf tritt es wieder in das Centrum des Eies und lässt später in seiner unmittelbaren Nähe die „diffusen Dotterkerne“ entstehen, welche erst an die Oberfläche rücken, sich aber später wahrscheinlich, während das Keimbläschen schwindet, zu einem Dotterkern vereinigen.

Ophion ventricosum und luteum.

Tafel IX, Fig. 162—168.

In dem Ei von Ophion ventricosum rückt das Keimbläschen, das einen runden Nucleolus besitzt, schon sehr bald an die Peripherie und plattet sich dort ab (Fig. 162). Höchst wahrscheinlich geschieht schon auf diesem Stadium der Austritt der „Ballen“. Wir sehen ja auch hier (Fig. 162) das Keimbläschen an der peripheren Seite etwas eingedrückt. Am hinteren Eipol kann man schon die ersten Dotterkörnchen beobachten.

Während nun das Ei bedeutend wächst und an seiner Peripherie Dotter abscheidet, sehen wir das etwas unregelmässige, amoeboide Keimbläschen wieder in das Innere des Eies hineingerückt (Fig. 163).

Meine Beobachtungen sind nun leider sehr unvollständig. In dem ziemlich reifen Ei, in welchem das Keimbläschen nicht mehr zu sehen ist, befindet sich am hintern Eipol ein grosser Dotterkern (Fig. 164), der auch im völlig reifen Oviductei, welches zur Ablage bereit ist, noch in seiner ganzen Grösse vorhanden ist (Fig. 165).

Wir sind also nach Analogie mit den oben beschriebenen Formen gezwungen, anzunehmen, dass der Bildung des eigentlichen Dotterkerns die eines „diffusen Dotterkerns“ voraufgeht. Dieser Process wird in einem Stadium vor sich gehen, das dem Fig. 163 abgebildeten sehr bald folgt.

Bei Ophion luteum hab ich im ganzen Ei das Keimbläschen, welches ein deutliches Gerüst aber keinen Nucleolus zeigt, im Centrum des Eies beobachtet (Fig. 167). Das Ei hatte hier erst einen Durchmesser von 34 μ.

In einem schon bedeutend grösseren Ei, das eine Länge von 291 μ hatte, lag das Keimbläschen an der Peripherie des oberen Poles und zeigte die charakteristische Einbuchtung (Fig. 167). In dieser Bucht lagen eine Anzahl von Ballen, welche wohl sicher den früher beschriebenen entsprechen. Ein Nucleolus ist hier nicht zu sehen. In dem feinkörnigen Eiplasma sind schon einige Dotterkörner zu bemerken.

In einem älteren Ei, das eine Länge von 471 μ erlangt hat und in dem schon bedeutend mehr Dotter ausgeschieden ist,

hat sich das Keimbläschen wieder abgerundet und ist etwas in das Innere des Eies hineingerückt (Fig. 168), ganz so wie wir es oben schon bei mehreren Formen gesehen haben.

Weiter konnte ich hier die Geschichte des Keimbläschens nicht verfolgen, da ich in älteren Eiern keines entdecken konnte. Ebenso wenig fand ich einen Dotterkern, doch lege ich darauf nicht so grossen Werth, da ich bei der geringen Menge des untersuchten Materials denselben möglicherweise übersehen haben könnte.

Ephialtes liturater und sp.

Tafel IX, Fig. 169—175.

Ein junges Ei, wie es in Fig. 169, Taf. IX abgebildet ist, zeigt das Keimbläschen noch im Innern, doch schon sehr der Peripherie genähert. Es hat keinen ausgebildeten Nucleolus, sondern eine grössere Anzahl von chromatischen Körpern. Am hinteren Ende des Eies ist schon eine geringe Menge von Dotterkörnern ausgeschieden.

In einem älteren 17 μ langen Ei, welches gänzlich mit Dotterkörnern erfüllt ist, liegt das ovale Keimbläschen der Peripherie an. Es hat jetzt einen grossen runden Keimfleck.

Hier scheint es ziemlich lange unverändert zu liegen, denn erst bei einem Ei, das eine Länge von 260 μ hatte, konnte ich deutlich den Ballenaustritt beobachten. In der Ausbuchtung des Keimbläschens lagen stark lichtbrechende Massen. Fig. 171 zeigt ein solches Keimbläschen bei Zeiss hom. Im. $\frac{1}{18}$. Man sieht die hier unregelmässigen Ballen der Peripherie des Keimbläschens dicht anliegen. An einer Stelle (Fig. 171, *a*) glaubte ich sogar einen Zusammenhang zwischen der Kernsubstanz und der der „Ballen" zu bemerken. Doch lässt sich das bei der grossen Kleinheit der fraglichen Objecte äusserst schwer entscheiden. Das Keimbläschen hatte hier an einem oberen Ende (*b*) zwei amoeboide Fortsätze, ganz ähnlich, wie wir oben bei Sphinx und Zygaena gesehen haben. Die Kerngrundsubstanz bestand aus einem hellen, fein granulirten Plasma; der Nucleolus hatte seine scharf begrenzte Form verloren und bestand aus einer grossen Menge von dunkel gefärbten Chromatinkörnchen, welche in eine etwas hellere Masse eingelagert waren. Es ist nicht ausgeschlossen, dass dies ein durch die Conservirung hervorgerufenes Kunstproduct ist. Das Ei hatte hier eine homogene Membrana vitellina ausgeschieden.

In dem reifen Ei konnte ich bei dieser Art einen Dotterkern nicht sicher constatiren.

Bei einer andern, nicht genau bestimmten Art von Ephialtes verhalten sich die jüngsten Eier (Fig. 172) so wie bei E. liturater.

In einem 53 μ langem Ei liegt das Keimbläschen an der Peripherie in der Nähe des oberen Pols und zeigt die auf den Ballenaustritt deutende Einbuchtung (Fig. 173). Das Ei ist ganz mit Dotterkörnchen erfüllt; an seinem hinteren Ende (*x*) sieht man eine Stelle, welche frei von Dotter ist und in ihrem Innern eine Verdichtung zeigt, welche sich stärker als die Dotterpartikel färbt. Dies ist offenbar dieselbe Bildung, welche ich in Fig. 146 bei Anomalon circumflexum abgebildet habe, d. h. die Bildung des eigentlichen Dotterkerns. Letzterer ist denn auch deutlich an den reifen Oviducteiern am hinteren Pol zu sehen (Fig. 176).

Nachdem das Keimbläschen die Ballen abgegeben hat, rückt es wieder etwas in das Eiinnere hinein (Fig. 174). Es ist dort von sehr unregelmässiger Form, streckt mehrere amoeboide, stumpfe Fortsätze aus und macht überhaupt den Eindruck, als ob es nächstens unsichtbar werden würde. In den reifen Eiern findet man es denn auch nicht mehr.

Wenn es sich bei erneuter Untersuchung bestätigen sollte, dass eine Art von Ephialtes einen Dotterkern hat und eine andere nicht, ebenso wie bei den Ophion-Arten, so wäre das geradezu ein Beweis, dass wir in dem Dotterkern nichts Wesentliches vor uns haben, das bei der Entwickelung des Eies eine grosse Rolle spielt.

Besonders könnte nicht die Theorie von BALBIANI [11] und JATTA [85] aufrecht erhalten werden, nach welchem der Dotterkern das Keimbläschen zur Befruchtung vorbereiten sollte; es müsste da doch bei zwei so nahe verwandten Formen derselbe physiologische Vorgang stattfinden.

Ambyteles castigator.

Tafel IX, Fig. 176—181.

In dem jungen Ei (Fig. 176, Taf. IX) liegt das helle, etwas amoeboide Keimbläschen schon ziemlich peripher in der Nähe des oberen Eipoles. Es hat einen grossen Nucleolus. Am unteren Eipol finden wir eine Anzahl von ziemlich grossen Dotterconcretionen, die ich als Vorläufer des Dotterkerns ansehe.

In einem 55 μ langen Ei (Fig. 177) finden wir das Keim-

bläschen ganz an der Peripherie liegen und schon etwas abgeplattet, von Ballen ist noch nichts zu bemerken. Der früher einheitliche Nucleolus hat sich in mehrere kleinere aufgelöst. Am hinteren Pol sind noch die „Dotterkerne" zu sehen, welche sich aber schon etwas aufgelöst haben (wie bei Anomalon und Ephialtes). Der eigentliche Dotter ist noch nicht aufgetreten.

Letzteren finden wir bei einem 0,14 mm langen Ei nun in Menge an der Peripherie ausgeschieden, das Centrum noch freilassend. Das eingebuchtete Keimbläschen zeigt in seiner Bucht eine Anzahl von stark lichtbrechenden Ballen. Sehr bald schon, wenn das Ei nur auf 0,2 mm angewachsen ist, finden wir, dass das Keimbläschen seine Lage an der Peripherie verlassen hat und etwas in das Innere hineingerückt ist (Fig. 179). Es ist hier entschieden amoeboid beweglich, worauf seine unregelmässige Contour deutet.

An dieser Stelle kann man das Keimbläschen noch ziemlich lange sehen. Figur 180 und 181 zeigen den oberen und unteren Pol eines 0,48 mm langen Eies. Das Keimbläschen zeigt hier noch drei sehr stark gefärbte Nucleolen, von denen einer an die Peripherie angedrückt ist. Am hinteren Pol (Fig. 181) sieht man einen deutlichen Dotterkern, ganz homogen, wie wir ihn schon bei manchen Formen kennen gelernt haben.

Bei den untersuchten Hymenopteren kann also der Austritt der „Ballen" zu sehr verschiedenen Zeiten stattfinden, entweder bei ganz jungen Eiern oder bei ziemlich viel älteren. Stets aber konnten wir sehen, dass das Keimbläschen an die Oberfläche des Eies rückt und dort die Ballen abgiebt; wenn dies geschehen war, so liess sich in den meisten Fällen constatiren, dass es wieder in das Innere des Eies hinein wandert. Im reifen Ei war nie ein Keimbläschen oder Eikern zu finden. Bei der Bildung des Dotterkerns konnten wir zwei Stadien unterscheiden: Zuerst werden kleinere Ballen in der Nähe des Keimbläschens gebildet, welche dann später zu einem am hinteren Eipol liegenden Dotterkern verschmelzen. Phyletisch sind die beiden Stadien auch ausgeprägt, indem eine grosse Anzahl von Hymenopteren nur die erste Art der Dotterkerne erreicht, es findet keine Verschmelzung der einzelnen Concretionen statt, sondern dieselben lösen sich auf. Ich schlage hierfür den Namen „diffuser Dotterkern" vor.

In den meisten Fällen löst sich der eigentliche Dotterkern, der diffuse Dotterkern immer, vor der völligen Ausbildung des Eies auf.

Aphrophora spumaria.

Tafel IX, Fig. 182—185.

Von Rhychoten habe ich nur die Schaumcicade untersucht und auch diese nur soweit, als es sich um Constatirung des Ballenaustrittes handelt.

In einem Ei, das schon eine Länge von 0,12 mm hat, sehen wir das Keimbläschen noch central gelegen (Fig. 182 Tafel IX). In dem Keimbläschen sind viele kleinere Nucleolen vorhanden. Das Plasma des Eies ist völlig homogen ohne Dotter. Die Kerne der Follikelzellen sind in diesen jungen Eiern sehr langgestreckt, während sie sich später abrunden.

In einem nur wenig grösseren Ei liegt das Keimbläschen schon an der Peripherie und ist an einer Seite eingebuchtet. In der Bucht liegen drei grosse ungefärbte Kugeln. Im Centrum des Keimbläschens liegt eine Anhäufung punctförmiger Substanz, welche wohl dem Nucleolus entspricht (Fig. 183). Im Ei ist schon etwas Dotter abgelagert und zwar ist derselbe an der Peripherie ganz feinkörnig, während wir etwas im Innern des Eies grössere Kugeln wahrnehmen. Ob letztere aus den ersteren entstanden sind oder ob sie dem diffusen Dotterkern der Hymenopteren entsprechen, muss noch eruirt werden.

In der Fig. 183 liegt das Keimbläschen ziemlich nahe dem oberen Eipol, es kann aber auch (Fig. 184) in der Mitte der Längsseite oder sogar etwas dem hinteren Pol genähert liegen. Wahrscheinlich rückt es dann aber noch gegen den oberen Pol. Fig. 185 zeigt endlich auch noch ein Keimbläschen in einem bedeutend älteren, schon sehr dotterreichen Ei. Auch hier sieht man noch „Ballen" am Keimbläschen liegen, wenn auch keine vollständige Einbuchtung mehr vorhanden ist.

Sehr deutlich ist hier schon eine periphere Plasmaschicht, das „Blastem", zu erkennen.

Später habe ich in Eiern kein Keimbläschen gefunden.

B. Spinnen.

Die Anatomie der weiblichen Geschlechtsorgane der Spinnen ist durch die Untersuchungen von RÖSEL [134], TREVIRANUS [161. 162], BRANDT [39], WITTICH [182] u. s. w. bekannt geworden. Sie bestehen aus zwei Ovarien, an die sich zwei Eileiter ansetzen, welche in einer gemeinsamen Vagina nach aussen münden. Die Eier ent-

stehen, wie Wittich [182]. Siebold [150], V. Carus [46]. Leydig [99], Plateau [128], Bertkau [29], Schimkewitsch [144] u. A. gezeigt haben, aus dem inneren Epithel dieser Ovarialsäcke und springen allmählich durch ihr Wachsthum immer mehr nach aussen vor, so dass das Ovarium endlich ein traubenförmiges Aussehen bekommt.

Die so vorspringenden Eier sind von keinem Follikel umgeben, sie treiben nur die dünne Tunica propria des Ovariums vor sich her. Die eigentliche Eihaut ist also die vom Ei selbst gebildete Membrana vitellina, welche aber oft noch verstärkt wird durch secundäre Anlagerung eines Secrets, welches die Ovarien oder Oviducte ausscheiden.

Näher auf die einschlägige Literatur einzugehen ist überflüssig, weil dieselbe bei Ludwig [106] und Schimkewitsch [144] eine ausführliche Berücksichtigung gefunden hat. Ueber das Vorhandensein des Keimbläschens im reifen Ei vergleiche die Einleitung.

Ein Dotterkern wurde bei vielen Spinnen beobachtet.

Die Eibildung bei Scorpionen ist nach Metschnikoff [111] ganz ähnlich, nur dass hier die Eier von einem Follikelepithel eingehüllt sind, Chelifer [112] hat dagegen keinen Follikel. Ganz ebenso entstehen die Eier der Milben [123. 124. 120. 74. 72], Pentastomiden [96. 27] und Tardigraden [66. 87].

Meine eigenen Beobachtungen sind ziemlich lückenhaft und grösstentheils an frischem Material gemacht. Auf Schnitten suchte ich dann noch die Histogenese der Eizelle festzustellen.

Epeira diadema ta.

Tafel IX, Fig. 186—194.

Leider kann ich nur Bilder von ziemlich jungen Eiern geben, da ich versäumte, ältere zur rechten Zeit frisch zu untersuchen und sich mein conservirtes Material als unbrauchbar erwies.

Die jüngsten Eier (Fig. 186. Taf. IX) zeigen ein helles, sehr fein granulirtes Plasma, in dessen Centrum das wasserhelle runde Keimbläschen liegt. Der Nucleolus ist vollständig rund. In etwas älteren Eiern (Fig. 187), die schon bedeutend an Volumen zugenommen haben, ist auch das Keimbläschen mit seinem Keimfleck sehr gewachsen. Letzterer zeigt hier eine unregelmässige, höckerige Oberfläche; wenn man etwas tiefer einstellt, so bemerkt man in seinem Innern eine Anzahl von Vacuolen, welche oft wie die Sectoren eines Kreises angeordnet sein können (Fig. 188 a).

Es können sogar diese Vacuolen zu einer einzigen grossen zusammenfliessen, so dass dann der Nucleolus eine Hohlkugel bildet (Fig. 188 b). Aehnliche Vacuolen wurden von LEYDIG bei Mikrophantes, von BALBIANI bei Phalangium und von SCHIMKEWITSCH bei Epeira beobachtet. Nach BALBIANI sollen sie an die Oberfläche des Nucleolus rücken und dort platzen.

In seltenen Fällen kann man einen Zerfall des Nucleolus in mehrere kleinere sehen (Fig. 189), was jedoch wohl eine pathologische Erscheinung sein dürfte.

Wenn man die Eier mit Methylgrünessigsäure behandelt, so tritt im Keimbläschen ein sehr schönes Kernnetz hervor, wie ich es in Fig. 190 abgebildet habe. Das Keimbläschen erscheint dann von einer doppelt contourirten Membran umgeben.

Von dem jüngsten Stadium an kann man die Eier eingeschlossen sehen von einer dünnen homogenen Membran, der ausgestülpten Tunica propria des Eierstockes. Ausserdem beobachtet man an Eiern, welche sich durch die Conservirung contrahirt hatten, noch eine sehr dünne Membrana vitellina (Fig. 194).

Bei Einwirkung von Methylgrünessigsäure zeigen sich in dem Stiel des Eies und in seinem an den Stiel angrenzenden Theil deutliche Kerne, in letzterem sogar Zellgrenzen. Diese Zellen (Fig. 191 u. 194, Taf. IX) haben auf den ersten Blick eine grosse Aehnlichkeit mit den Nährzellen von Apus, wie v. SIEBOLD sie abbildet [151]. LEYDIG und BERTKAU sahen sie ebenfalls an den Follikelstielen, letzterer nennt sie „Dotterbildungszellen". SCHIMKEWITSCH hat sie bei Epeira nicht gesehen, wohl aber bei Pholcus phalangoides; über ihre Funktion sagt er: „c'est cette couche, qui forme probablement les granules vitellins."

In Wirklichkeit resorbirt zu werden scheinen mir die Zellen nicht (nach der Art der Nährzellen anderer Thiere). Bei conservirten Eiern sieht man deutlich, dass es nur die Zellen der Stiele sind (Fig. 194), welche hier, im Gegensatz zum Ovarialepithel Zellgrenzen aufweisen. Die Nahrung für die Eier, welche von dem Inneren des Ovariums kommt, muss diese Zellen natürlich passiren, weshalb sie in gewisser Beziehung als rudimentärer Follikel zu betrachten sind. Ebenso gut wird das Ei mit seiner ganzen Oberfläche Nahrung aus dem Blute aufnehmen. Einen wirklichen Follikel sah ich nie; derselbe ist zwar von WITTICH beschrieben worden, doch sahen sämmtliche späteren Beobachter höchstens diese Zellen des Stieles. HENKING [75] gibt an, dass bei Trombidium

fuliginosum die Eier auf kurze Zeit vom Follikel umgeben seien, das aber nicht die Eihülle abscheidet. Aehnlich sagt Schimkewitsch [144], dass sich bisweilen bei Pholcus eine „Zellschicht“ auf der Innenseite des Follikels befindet. Beim Scorpion ist sicher ein Follikel die Regel.

Den bei so vielen Spinnen beobachteten Dotterkern habe ich, wie ich früheren Beobachtern bestätigen kann, niemals bei Epeira gesehen. Sabatier [138] will ihn bei dieser Gattung ein einziges Mal beobachtet haben. Er scheint also, wenn auch sehr selten, vorkommen zu können, ein Zeichen, dass wir es mit keiner fundamentalen Bildung zu thun haben. Bei einer Lycoside konnte ich einen Dotterkern neben dem Keimbläschen beobachten (Fig. 195). In seinem Centrum zeigte er feine Granulationen, während die äussere sehr dicke Rinde homogen war.

An Schnitten durch das Ovarium von Epeira konnte ich ganz junge Eier beobachten. Das Figur 192 abgebildete Ei zeigt noch keinen Kern von Bläschenform ausgebildet. Wir finden in ihm einen centralen und mehrere periphere, stark gefärbte Nucleolen. Man kann deutlich sehen, wie das Ei die Tunica propria des Ovariums gedehnt und ausgestülpt hat, ohne den Belag von Peritonialzellen, der das Ovarium von Aussen umgibt, mitzunehmen.

In Figur 193 ist das Ei schon etwas herangewachsen, der centrale Chromatinkörper hat sich vergrössert, während die peripheren entschieden im Schwinden begriffen sind. Noch mehr ist dies in Figur 194 der Fall, wo wir ausser dem einen grossen Nucleolus nur noch einige ganz winzige Paranucleolen beobachten. Von dem Kerngerüst ist durch die Conservirung nicht viel zu sehen. Diese Art der Entstehung des Keimbläschens erinnert ganz an die, wie wir es bei Carabus gesehen haben. Hier wie dort blieb von allen Chromatinkörpern der Keimzelle nur einer übrig, der zum Nucleolus ward. Von einem Auswandern der verschwundenen Chromatinkörner war aber nie etwas zu sehen. Wenn auch dieselben die gleiche Grösse wie die Kerne des Eistiels haben, so wäre es doch eine äusserst gewagte Annahme, letztere aus ihnen herzuleiten. Sie sind natürlich nichts anderes als die Kerne des Ovarialepithels. Ausserdem kann man ja auch das allmähliche Kleinerwerden der Chromatinbrocken verfolgen.

Die eigentliche Reifungsgeschichte des Eies konnte ich leider nicht verfolgen.

Phalangium sp.

Tafel IX, Fig. 196—201.

Die Eier von Phalangium sind von BALBIANI [8. 11.] RÖSSLER [135], LOMAN [104] und H. BLANC [12] untersucht worden. Die Entstehung der Eier aus den Ovarialepithel ist ganz ebenso wie bei den echten Spinnen. Hier wie dort wird die Tunica propria mit herausgestülpt und bildet so die erste dünne Haut, welche das Ei umschliesst. Erst später kommt eine Membrana vitellina hinzu.

Das junge Ei, wie solches nach dem frischen Präparat in Figur 196 abgebildet ist, zeigt ein hyalines Plasma, in das ganz feine Körnchen, welche wohl als Dotter zu deuten sind, eingestreut sind. An der Peripherie finden sich stets weniger Dotterkörnchen als gegen das Centrum. Das Keimbläschen ist im Leben wasserhell und stets völlig scharf begrenzt. Bei der Einwirkung von Reagentien zeigt sich ein sehr schönes Kernnetz (Fig. 196). Es findet sich hier ein grosser Nucleolus, der, wie auch BALBIANI angibt, mehrere Vacuolen enthält. Mehrere Nucleolen, die nach RÖSSLER in den ganz jungen Eiern vorkommen sollen, habe ich nicht gesehen. Es wird aber wohl ähnlich sein, wie ich oben bei den ganz jungen Eiern von Epeira beschrieben habe (cf. Fig. 192).

Das Plasma des Eies beginnt nun zu dunkeln, indem sich immer mehr Dotterpartikel in demselben ablagern. Es nimmt dabei eine leicht bräunliche Färbung an. Der äusserste Rand hat weniger von diesen feinen Dotterpartikeln, dieselben sind mehr um das Keimbläschen gelagert. Dadurch wird letzteres etwas undeutlich, doch ist der Nucleolus immer noch scharf zu erkennen, nur die äussere Umgrenzung des Keimbläschens ist uns durch den Dotter etwas verdeckt (Fig. 189).

Das früher ganz im Centrum gelegene Keimbläschen kann man im nächsten Stadium bisweilen schon etwas excentrisch gelagert finden. Doch ist der wichtigste Vorgang auf dieser Stufe die Veränderung des Dotters. Derselbe besteht nun nicht mehr aus kleinen Körnchen, sondern zum grössten Theil aus ansehnlichen Kugeln, in welchen man sogar bisweilen kleine Vacuolen bemerken kann. Wie diese Kugeln entstehen, weiss ich nicht anzugeben. Das Ei hat nun eine, bei auffallendem Licht weisse und bei durchfallendem fast schwarze Farbe angenommen. Es ist also opak-weiss.

Das Keimbläschen ist dann nur noch als ein heller Fleck sichtbar, der frei von Dotterkörnern erscheint (Fig. 199). Auch die

Einwirkung von Essigsäure zeigt ihn uns nicht deutlicher. Erst beim Zerdrücken des Eies kann man in den meisten Fällen noch einen Nucleolus sehen, der eine enorm grosse Vacuole zeigt, so dass er das Aussehen einer Hohlkugel mit ziemlich dünner Wandung hat.

Während nun das Ei bedeutend wächst, wandert das Keimbläschen immer mehr der Peripherie zu (Fig. 200), bis es schliesslich hart an derselben liegt (Fig. 201). Das Ei hat hier einen Durchmesser von ca. 1 mm erreicht. Seine Membran ist bedeutend verdickt, so dass man wohl annehmen kann, dass es eine Membrana vitellina gebildet hat.

Später ist von dem Keimbläschen am frischen Ei keine Spur mehr aufzufinden. Auch beim Zerdrücken zeigt sich uns nichts. Am reifen Ei hat sich der Dotter oft an einigen Stellen von der Eihaut retrahirt; letztere ist schwach gelblich gefärbt und fein punktirt.

Die eigentliche dicke Eihaut „Chorion" soll nach Loman durch ein Secret des Oviducts vor der Befruchtung gebildet werden.

Soviel liess sich hier wenigstens am frischen Material constatiren, dass das Keimbläschen an die Peripherie rückt und dort offenbar grosse Umwandlungen durchmacht, so dass wir es später nicht mehr auffinden können. Welcher Art diese Umwandlungen sind, kann ich leider nicht angeben, das liesse sich nur auf Schnitten constatiren und letztere sind mir nicht gelungen. Mit der bei Insekten angewandten Methode wird der Dotter stark verändert, so dass sich an den Eiern nichts sehen liess. Es lässt sich aber wohl vermuthen, dass die Reifungsvorgänge denen der Insekten ähnlich sind.

In dem reifen abgelegten Ei von Spinnen fand Claparède [47] keinen Kern, glaubt aber doch, dass die Blastodermzellen vom Keimbläschen abstammen (siehe Einleitung). Letzteres werden wir auch annehmen müssen.

C. Myriopoda.

Die weiblichen Geschlechtsorgane der Myriopoden bestehen, wie uns die Untersuchungen von Joh. Müller [118], M. Brandt [40], F. Stein [154], Duvernoy [53] und Fabre [55] gezeigt haben aus einem langen unpaaren schlauchförmigen Ovarium, das aber oft paarige Ausführungsgänge hat. Letztere sind mit accessorischen Drüsen, oft auch mit paarigen Receptacula verbunden.

Bei den Chilognathen münden die paarigen Ausführungs-

öffnungen am Hüftgliede des zweiten Beinpaares oder hinter demselben, während die unpaare Oeffnung der Chilopoden am hinteren Körperende liegt. Die Eier entstehen aus dem inneren Zellbelag der Ovarien, aber nur an lokalisirten Stellen, welche FABRE als „strome ovuligène" oder als „placentaire" bezeichnet. Diese bilden Längsleisten, welche die ganzen Ovarien durchziehen; bei den Chilopoden finden sich zwei, bei den Chilognathen jedoch nur eine derselben. Die Genese der Eier wird uns von STEIN [154], LUDWIG [106] und SOGRAF [152] beschrieben.

Aus den anfangs gleichartigen Kernen des inneren Ovarialepithels differenziren sich die Kerne der Eizellen heraus und umgeben sich mit Plasma. Ein Follikelepithel ist stets vorhanden und sondert wahrscheinlich das Chorion ab.

Die Dotterhaut soll nach SOGRAF [152] sehr früh mit dem Chorion verschmelzen. Ein oder mehrere Dotterkerne wurden bei vielen Arten (Lithobius, Geophilus, Glomeris, Julus, Polydesmus etc.) beobachtet. Die Dotterelemente sind uns als Körnchen und Tröpfchen von LEUCKART [98] beschrieben. In dem abgelegten Ei konnte SOGRAF keinen Kern auffinden. Der Zusammenhang der ersten Embryonalkerne mit dem Keimbläschen blieb dunkel.

Ich habe nun Julus und Glomeris untersucht und zwar theils auf Schnitte, theils frisch (Julus).

Von Interesse ist noch eine Notiz von SCHIMKEWITSCH [144], der angiebt, dass sich abnormer Weise Eifollikel bei Myriapoden auch nach aussen, wie bei den Spinnen bilden können.

Julus sp.

Tafel IX, Fig. 203—212.

Die untersuchte Art habe ich leider nicht genau bestimmt, ich glaube aber nicht, dass es sich um J. terrestris handelte, da ich niemals einen Dotterkern fand, der von LUDWIG [106] für diese Art beschrieben wird.

Betrachten wir erst einmal, was am frischen, in physiologischer Kochsalzlösung untersuchten Material zu sehen ist.

Wenn die Eier schon einen Durchmesser von 80 μ erreicht haben (Fig. 202) liegt das hyaline, wasserhelle Keimbläschen ganz central, es hat einen grossen Nucleolus, in welchem sich eine Vacuole befindet. Das Eiplasma ist homogen, zeigt aber schon einige winzige Dotterkörnchen. Das ganze Ei ist von einem Follikel umgeben.

Beim Wachsthum des Eies nehmen die Dotterkörnchen an Anzahl bedeutend zu. Fig. 203 zeigt uns schon ziemlich viele im Centrum des Eies, während die Peripherie von ihnen frei bleibt. In dem Keimfleck sind hier mehrere Vacuolen zu sehen. Wenn man das Keimbläschen eines solchen Eies mit Methylgrünessigsäure behandelt, so tritt ein schönes Kernnetz hervor (Fig. 204).

Die weitere Entwickelung ist nun ganz ähnlich, wie ich es oben für Phalangium beschrieben habe. Die Körnchen nehmen, besonders im Centrum, stark zu, so dass das Keimbläschen undeutlich wird (Fig. 205, bei schwacher Vergrösserung); das Ei hat einen Durchmesser von 0,23 mm.

Später sehen wir nun anstatt des feinkörnigen Dotters grössere Kugeln, welche das ganze Ei erfüllen (Fig. 206). Das Keimbläschen ist dann nur noch als heller Fleck erkennbar, den wir auf seiner Wanderung an die Peripherie verfolgen können, bis er endlich hart dem nun schon gebildeten Chorion anliegt (Fig. 207). In grösseren Eiern ist kein Kern mehr zu sehen.

Die Entstehung der Eizellen aus den Kernen des Ovarialepithels lässt sich auf Schnitten sehr schön nachweisen. Fig. 208 zeigt zwei der jüngsten Eizellen, welche ich auffinden konnte. Jedesmal können wir schon deutlich das Keimbläschen von den Epithelkernen unterscheiden. Während die Grundsubstanz dieser sich ziemlich stark blau färbt, wird bei Doppelfärbung der junge Eikern hellroth gefärbt. Das Keimbläschen des jüngsten Eies (*a*) hat, wie wir das auch bei andern jungen Eizellen sahen, einen centralen und eine Anzahl peripherer Chromatinkörper. Die andere Eizelle (*b*) zeigt uns, dass sich die letzteren schon in ihrer Anzahl vermindert haben. Niemals habe ich Bilder beobachtet, welche auf das Auswandern dieser Chromatinkörper hindeuteten.

Die Eizelle entsteht immer in der unteren Schicht des Ovarialepithels, so dass sie noch von einer dünnen Lage von Zellsubstanz, welche zum Epithel gehört, bedeckt ist. Mehrere Kerne des letzteren haben sich schon hier (Fig. 208, *b*) an die Eizelle angelegt. Sie werden zum Follikelepithel. So erklärt sich die Entstehung des Follikels doch viel einfacher als dadurch, dass Chromatinkörper aus dem Keimbläschen auswandern, welche nun zu Follikel-Kernen heranwachsen sollen. Diese Art und Weise der Auswanderung von Theilen des Keimbläschens scheint allmählich immer mehr an Unwahrscheinlichkeit zu gewinnen.

Figur 209 zeigt das Ei schon ziemlich gewachsen. In dem

Keimbläschen ist nur noch ein vacuolenhaltiger Nucleolus, nichts aber von peripheren Chromatinkörnern zu sehen. Der Follikel enthält eine Anzahl Kerne, welche mit denen des Ovarialepithels identisch zu sein scheinen, höchstens sind sie etwas kleiner.

Ein Ei, in dem das Plasma schon bedeutend körnig geworden ist, resp. eine Menge von feinen Dotterkörnchen enthält, ist auf Figur 210 abgebildet. Es ist bereits eine feine Membrana vitellina sichtbar. Der Follikel ist mittlerweile sehr stark geworden.

Während sich nun der grosskörnige Dotter ausbildet, bleibt das Keimbläschen fürs erste noch vollkommen central gelegen. Figur 211 zeigt ein solches Ei von 0,22 mm Durchmesser. Das Follikelepithel hat ein ziemlich dickes Chorion abgeschieden, welches aber durchlässig sein muss, da das Ei noch bedeutend heranwächst. Später (Fig. 212) finden wir das Keimbläschen von unregelmässiger Form ganz in der Nähe der Eiperipherie gelegen. Sein Nucleolus ist noch erhalten, aber das Ganze macht den Eindruck, als wenn es in starker Metamorphose begriffen wäre. Das Ei hat hier einen Durchmesser von ca. 0,35 mm. Von einer Dotterhaut ist nichts mehr zu sehen, sie scheint resorbirt, oder wie SOGRAF angibt, mit dem Chorion verschmolzen zu sein.

In älteren Eiern konnte ich keinen Kern mehr auffinden.

Glomeris marginata.

Tafel X, Fig. 213—223.

Bei der Gattung Glomeris lässt sich sehr schön die Entstehung der Eier aus dem Ovarialepithel verfolgen. Figur 213 zeigt uns einen Schnitt durch ein solches Feld des Ovariums, an dem die Eier entstehen (Placenta, Raphe). Wir sehen, dass die Wand des Ovariums aus einem äusseren Peritonealepithel (*p*) mit Muscularis (*m*) und aus dem inneren „Keimepithel" (*ep*) besteht. Letzteres zeigt keine Zellgrenzen, es sind Kerne in eine fein granulirte Plasmaschicht eingelagert. Diese Kerne nehmen bei Doppelfärbung mit Pikrocarmin und Haematoxylin eine violette Farbe an. Hier und da zeichnet sich ein Kern durch seine Grösse, seine rothe Kerngrundsubstanz und besonders durch seinen tiefblauen Nucleolus aus (Fig. 213. *x*). Dies sind die jungen Keimbläschen, die schon einen Plasmahof um sich gesammelt haben. An der Figur 213, die bei schwächerer Vergrösserung gezeichnet ist, lässt sich auch noch sehr schön das Wachsthum der Eier verfolgen und wie dieselben den

Follikel nach sich ziehen, der immer mit dem Ovarialepithel continuirlich zusammenhängt.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung der einzelnen Stadien über. In Figur 214—216 sind drei der ganz jungen Eizellen, wie sie noch im Ovarialepithel liegen, bei stärkster Vergrösserung abgebildet. Die Keimbläschen färben sich ziemlich stark roth, während der Nucleolus tief blau wird. Ausser letzterem finden sich noch eine ganze Anzahl von kleinen, peripheren, blauen Chromatinkörnern. Das Plasma des Eies ist feinkörnig und scharf vom Ovarialepithel abgegrenzt. Ein Follikel ist in Figur 214 und 215 noch nicht zu constatiren, dagegen kann man in Figur 216 sehen, wie sich eine Follikelzelle mit plattgedrücktem Kern an das Ei dicht anlegt (*f*). Man muss nun allerdings zugeben, dass gerade in diesem Ei, wo zuerst ein Follikel sichtbar ist, die peripheren Chromatinkörner an Zahl abgenommen haben. Doch ist das noch kein Grund, um eine Entstehung der Follikelkerne aus den Chromatinkörnern des Keimbläschens anzunehmen. Erstens müsste man doch irgend einmal einen solchen Kern auf dem Wege zur Eiperipherie antreffen, das ist aber nie der Fall und dann müsste doch gerade an der Seite, wo der neuentstandene Follikelkern liegt, die Chromatinkörner des Keimbläschens fehlen, während sie dort gerade noch vorhanden sind und an den andern Seiten, wo keine Follikelkerne liegen, fehlen. Ich habe mich nie von einer derartigen Auswanderung nach der Art von Will [178. 179], Roule [135 a], Fol [59. 60] und Balbiani [13] überzeugen können.

Schliesslich sind alle peripheren Chromatinkörner verschwunden und nur noch der grosse, blaue Nucleolus zurückgeblieben. Bald aber sieht man in der Kerngrundsubstanz ganz winzig kleine Chromatinkörnchen in grosser Anzahl (Fig. 217. 220). Das Ei wächst bedeutend heran und ist nun ganz in seinen Follikel eingeschlossen.

In diesem Stadium (Fig. 217) beginnt nun die Bildung der Dotterkerne. Man sieht gewöhnlich in der Nähe des Keimbläschens einen oder mehrere grosse Ballen, die aus einzelnen Kugeln bestehen. Diese färben sich mit Pikrocarmin, wenn man die Pikroinsäure nicht ganz extrahirt, bedeutend mehr gelbroth, als das Eiplasma. Solcher Concretionen sind in jedem Ei dieses Stadiums 1—3 vorhanden (vgl. Fig. 213). Das Ei hat hier eine durchschnittliche Grösse von 80 : 60 μ.

Im Laufe des Wachsthums verschwinden diese Dotterconcremente, ohne eine Spur zu hinterlassen, so dass man in einem Ei

von 210 : 100 μ (Fig. 218) nichts mehr von ihnen wahrnehmen kann. Sie scheinen sich einfach aufgelöst zu haben, denn das Plasma des Eies hat noch dieselbe Beschaffenheit wie vorhin. In dem Keimbläschen ist ausser dem einen grossen Nucleolus gewöhnlich noch ein kleinerer vorhanden (Fig. 220). Höchst wahrscheinlich stammt dieser von dem grossen Nucleolus ab, wenigstens deuten mir einige Bilder darauf hin. In Fig. 219 und 221 sind zwei Keimbläschen abgebildet, deren Nucleolus kleine Protuberanzen hat, die sich bedeutend weniger färben als der Nucleolus selbst. Neben dem grossen liegt in Fig. 219 ein ganz kleiner blasser Nucleolus, der wohl höchst wahrscheinlich so aus dem grossen an der Stelle hinausgedrungen ist, die durch die Protuberanzen noch markirt ist. In Fig. 221 ist der kleinere schon ebenso dunkel wie der grosse. Diese Protuberanzen erinnern an die Bilder, die BALBIANI [13] vom Keimfleck von Geophilus giebt. Am Keimbläschen habe ich aber niemals einen rothen „Trichter" bemerken können. — In späteren Stadien ist der kleine Nucleolus verschwunden. Es spricht nichts dafür, dass er wirklich aus dem Keimbläschen ausgewandert ist, er kann sich ebenso gut aufgelöst haben. Man müsste sonst doch einmal einen solchen Nucleolus ausserhalb des Keimbläschens beobachten.

In dem Ei beginnt nun eine Abscheidung von zwei ganz verschiedenen Dotterarten; die eine, welche sich durch die Pikrinsäure des Pikrocarmins gelbroth färbt, bildet am Rande des Eies ganz kleine, im Centrum dagegen grössere Kugeln. Letztere sind offenbar aus ersteren entstanden, denn man findet alle Uebergänge zwischen ihnen. Die zweite Dotterart färbt sich bei der Doppelfärbung blau mit einem Schimmer ins Violette, sie bildet gewöhnlich Ansammlungen in der Nähe der Eiperipherie (Fig. 222) und kann sogar eine ganze Schicht um das Ei herum bilden. — Das Keimbläschen liegt noch central mit seinem grossen Nucleolus und den kleinen Chromatinkörnchen.

In einem noch weiter vorgeschrittenen Ei (Fig. 223) liegt das Keimbläschen, in welchem die kleinen Chromatinkörnchen bedeutend abgenommen haben, an der Peripherie des Eies und ist an der einen Seite abgeplattet, ja sogar etwas eingedrückt, ganz ähnlich wie wir es bei so vielen Insekten beobachtet haben.

Ich glaube deshalb, dass es ein nicht zu kühner Schluss ist, wenn ich dies hier für ein ähnliches Stadium halte, wie das bei den Insekten, wo die Ballen austraten. Ich glaube, dass man

dreist behaupten kann, dass die Reifungserscheinungen, wenn auch es nicht ebenso, so doch sehr ähnlich wie bei den Insekten vor sich gehen.

Der „gelbe“ Dotter hat sich stark vermehrt, von dem „blauen“ ist noch eine dünne periphere Schicht übrig; ausserdem findet man aber stets einen grossen Ballen von unregelmässiger Form, der aus blauem Dotter besteht. Ich glaube, dass dieser durch Zusammenballen der peripheren Schicht entstanden ist, besonders weil man ihn häufig in Contact mit derselben findet. Seine Substanz scheint dann unmittelbar in die der peripheren Lage überzugehen.

Das Ei hat schon eine Membran erhalten, ob letztere aber als Dotterhaut oder Chorion zu deuten ist, vermag ich nicht zu entscheiden.

Das hier vorliegende Ei hat einen Durchmesser von 0,6 mm; in grösseren gelang es mir niemals, einen Eikern aufzufinden.

D. Peripatus Edwarsii.

Tafel X, Fig. 224—233.

Die Geschlechtsorgane von Peripatus sind von Grube [70], Hutton [83], Moseley [116], Balfour [17] und neuerdings von Kennel [88] so ausführlich beschrieben worden, dass es überflüssig wäre, nochmals die Schilderungen der Autoren zu recapituliren. Das äusserlich unpaare Ovarium besteht aus zwei der Länge nach verwachsenen Schläuchen. Auf die Histologie derselben sind Kennel [88], besonders aber Graffon [65] näher eingegangen. Die Wand des Ovariums besteht aus einem inneren Keimepithel, einer Tunica propria, einer Muscularis und einer äusseren Hülle von Peritonealepithel.

Aeusserlich gleichen demnach die Ovarien sehr denen der Myriopoden, nur dass hier an der ganzen Innenfläche die Eier entstehen, während sie dort auf bestimmte Leisten beschränkt sind.

Durch die Liebenswürdigkeit von Herrn Prof. v. Kennel, der mir seine gesammten Schnittserien durch die Ovarien und die Receptacula ovorum zur Verfügung stellte, war ich nun in der Lage, die Entstehung der Eier aus den Kernen des Keimepithels und einige spätere Veränderungen der Eier verfolgen zu können.

Fig. 224 stellt ein Stück der Ovarialwand mit einigen der jüngsten Eizellen dar.

In dem inneren Keimepithel (*ep*) sind keine Zellgrenzen zu bemerken, es sind Kerne, die in eine ziemlich homogene wenig gefärbte Plasmamasse eingelagert sind. Die einzelnen Kerne sind scharf begrenzt, ihre Kerngrundsubstanz färbt sich mit Boraxcarmin ziemlich stark und ist völlig homogen. In diese sind eine Anzahl Chromatinkörper eingelagert, welche für gewöhnlich eine Anhäufung im Centrum bilden.

Wenn nun aus einem solchen Kern ein Eikern werden soll, so vergrössert er sich beträchtlich und vermehrt die Chromatinkörner; letztere sind dann in der ganzen Kerngrundsubstanz vertheilt (Fig. 224, *e*). Hier ist schon der Eikern mit einem Plasmahof umgeben.

In dem nächst älteren Ei ist das Plasma sehr vermehrt, der Kern hat noch dieselbe Beschaffenheit wie im vorigen Stadium, nur ist er zufällig etwas kleiner. Etwas fällt uns aber bei genauerer Betrachtung daran auf, und das ist das Auftreten eines runden ganz intensiv gefärbten Chromatinkörpers, des späteren Nucleolus. Derselbe ist hier noch sehr klein, bei dem nächsten Ei (e_3) hat er aber schon an Grösse zugenommen. Zugleich haben sich hier einige Kerne an das Ei angelegt und sind dort abgeplattet, die Follikelkerne. Es ist wohl nichts selbstverständlicher, als dass dieselben aus den Kernen des „Keimepithels“ herzuleiten sind.

In der Fig. 225 haben sich die Follikelkerne noch vermehrt, hier kann man schon von einem Follikelepithel sprechen, denn wir haben es nun mit einer vollkommenen Zellschicht zu thun, welche sich aus dem Keimepithel herausdifferenzirt hat. Der Eikern ist ein klein wenig heller geworden, als er es in Fig. 224 (e_3) war; die Chromatinkörper haben sich etwas vermindert. Im Eiplasma ist eine radiäre Anordnung zu bemerken, die wahrscheinlich am frischen Object noch viel deutlicher sein wird.

In dem Fig. 226 abgebildeten Ei sehen wir eine grosse Veränderung des Keimbläschens. Die Anzahl der Chromatinkörper hat sich bedeutend vermindert, die einzelnen sind aber dafür etwas grösser geworden. Der grosse Nucleolus unterscheidet sich deutlich von den übrigen. Im Eiplasma zeigt sich am Keimbläschen eine Verdichtung, die aber nicht überall anzutreffen ist. Sie kann sich später loslösen und als eine Art von Dotterkern im Eikörper liegen (cf. Fig. 230). Ich schreibe diesem Gebilde, da es nicht constant auftritt, keine wesentliche Bedeutung zu; vielleicht haben wir es sogar mit einem Artefact zu thun.

Die Chromatinkörper im Keimbläschen verändern sich noch etwas, indem sie noch weniger und grösser werden: sie bilden dann vollständige stark gefärbte Kugeln, die aber immer noch kleiner sind als der eigentliche Nucleolus, der hier eine Vacuole aufweist (Fig. 227).

Auf diesem Stadium findet man die grössten Ovarialeier, die dann einen ungefähren Durchmesser von 4—5 μ haben.

Eben solche Eier findet man nun auch in dem Gebilde wieder, welches Kennel zuerst als „zipfelförmigen Anhang", später als „Receptaculum ovorum" beschrieben hat. Graffon [65] meint diese Zellen, welche im Receptaculum lägen, hätten freilich grosse Aehnlichkeit mit Eiern, er hält sie aber für „vergrösserte Peritoneal- und Bindegewebszellen".

Wenn man jedoch die Zellen ansieht, die ich weiter unten aus dem Receptaculum beschreiben werde, so sieht man gleich, dass von „Fettkörperzellen" keine Rede sein kann. Wir haben es thatsächlich mit echten Eiern zu thun, die hier im Receptaculum ovorum reifen und wahrscheinlich befruchtet werden. Ich kann also Kennel's Deutung des „zipfelförmigen Anhangs" vollständig bestätigen.

Wenn wir nun die Eier des Receptaculums näher betrachten, so finden wir viele derselben auf dem Stadium, wie es in Fig. 227 abgebildet ist, nur ein klein wenig grösser: das runde, scharf begrenzte Keimbläschen enthält einen grösseren Nucleolus, welcher meistens eine Vacuole aufweist und ausserdem eine Anzahl von kleineren Chromatinkugeln. Die grösste Zahl der Eier zeigt aber, wie Kennel sagt, „in ihrem Kern und Kernkörperchen Structurverhältnisse, wie sie vielfach von Eiern bekannt geworden sind, die sich zur Aufnahme von Spermatozoen vorbereiten."

Es zeigt sich nun, dass die Eier von Peripatus so deutliche und klare Bilder von Kerntheilung und wahrscheinlich auch von Befruchtung liefern, wie sie bis jetzt nur an den Eiern von Ascaris megalocephala bekannt geworden sind. Besonders die Mikrosomen der einzelnen Kernschleifen sind von einer erstaunlichen Grösse. Allerdings würde ein sehr umfangreiches Material dazu gehören, um den ganzen Entwicklungsgang verfolgen zu können, und das stand mir leider nicht zur Verfügung. Es macht grosse Schwierigkeiten, die bezüglichen Bilder zu deuten, so dass mir dies oft nicht gelungen ist. Ausserdem sind natürlich die Eier im Schnitt nicht immer günstig getroffen und auch häufig die Mikrosomen aus ihrer Lage gerückt. Wenn ich dennoch einige der erhaltenen Bilder

wiedergebe, so geschieht es erstens um zu zeigen, dass wir es hier mit regelmässiger, indirekter Kerntheilung zu thun haben, die in der That auf die Bildung von Richtungskörpern schliessen lässt, dann aber auch um überhaupt auf diese interessanten Verhältnisse hinzuweisen. Vielleicht ist ein anderer so glücklich, dieselben näher studiren zu können.

Die Eier liegen alle durcheinander, so dass man aus ihrer Lage keine Schlüsse auf die Folge der Erscheinungen machen kann.

Ich muss mich darauf beschränken, einige Bilder herauszugreifen.

In Fig. 228 sehen wir eine deutliche Kerntheilungsfigur, die wahrscheinlich durch Umwandlung des Keimbläschens entstanden ist. Es haben sich zwei Kernschleifen von je sechs Mikrosomen gebildet. In der Figur sind die Mikrosomen der einen Schleife, weil weiter zurückliegend, heller gezeichnet als die der andern. Von der achromatischen Strahlenfigur sieht man in Natur nicht ganz so viel, wie ich gezeichnet habe, die beiden Strahlencentren sind aber mit Sicherheit zu erkennen. Die ganze Umgebung des Kerns ist vom Eiplasma gut zu unterscheiden; letzteres ist netzförmig, radiär angeordnet, während die Substanz des Kerns (Achromatin) hier, wie bei allen Figuren, durch die Reagentien eine sehr feinkörnige Structur angenommen hat.

Fig. 229 zeigt dasselbe Bild, nur ist hier der Schnitt senkrecht zu dem vorigen gefallen, so dass er gerade die „Kernplatte" im Aequator getroffen hat. Man kann wieder zwei Kernschleifen von je sechs Mikrosomen erkennen, die jedoch hier etwas aus ihrer Lage geschoben sind.

Es fragt sich nun, sind diese Kerntheilungen auf die Ausstossung eines Richtungskörpers oder auf die erste Furchung zurückzuführen. Das lässt sich natürlich äusserst schwer entscheiden, aber wenn man bedenkt, dass KENNEL die Eier mit 2 und 4 Furchungskernen als mit einer feinen Dotterhaut umgeben schildert, während dieselben hier vollkommen nackt sind, so ist wohl wahrscheinlich, dass wir es hier mit der „Richtungsspindel" zu thun haben. Nach KENNEL werden höchst wahrscheinlich 2 Richtungskörper gebildet, die unter der Membrana vitellina liegen und später resorbirt werden.

Ich gebe jetzt noch eine Anzahl von Bildern, die mir auf Befruchtung hinzudeuten scheinen, deren specielle Deutung ich aber nicht wage, da besonders eins, Fig. 234, von den andern sehr abweichend ist. Im allgemeinen lässt sich sagen, dass der Eikern

wieder 2 Kernschleifen zu 6 Mikrosomen bildet. Der Spermakern zerfällt ebenfalls in 2 Schleifen, deren Mikrosomenanzahl ich aber nicht feststellen konnte, bald schienen es mir 3, bald aber auch mehr zu sein.

Figur 230 zeigt den Eikern (*ek*) und Spermakern (*sp*) noch ziemlich entfernt. Die beiden Schleifen der Spermakerne liegen nahe aneinander.

In Figur 231 haben sich die beiden Eikernschleifen (*ek*) (an der hinteren ist ein Mikrosom nicht in den Schnitt gefallen) um 90° gedreht. Die Schleifen des Spermakerns sind auseinander gerückt, und haben sich dem Eikern genähert. Figur 232 zeigt die Spermakernschleifen denen des Eikerns noch mehr genähert, sie scheinen im Begriff zu sein, sich zu conjugiren. In der Figur 233 endlich scheint es sich um eine Halbirung aller Mikrosomen zu handeln. Es sind auch hier wieder Andeutungen der achromatischen Figur vorhanden. Was aber die 3 Mikrosomen an jedem Pol der „Spindel" zu bedeuten haben, vermag ich nicht zu sagen.

Soviel ist also wenigstens sicher gestellt, dass wir es bei Peripatus Edwarsii mit einer regulären indirekten Kerntheilung und mit der Bildung von Richtungskörpern zu thun haben im Gegensatz zu den andern von mir untersuchten Arthropoden.

Nach Sedgwick sollen auch die Eier von Peripatus capensis, die 4mm lang sind, Richtungskörper bilden. Wenigstens hält Sedgwick in seiner vorläufigen Mittheilung [149] kleinere Kügelchen, welche in einer Einbuchtung des Dotters an der Mitte einer langen Eiseite auftreten, für solche. Wir müssen aber erst eine genauere Untersuchung abwarten, ehe wir entscheiden können, ob es sich hier um wirkliche Richtungskörper, die durch indirekte Kerntheilung entstehenden sind, handelt*).

Anhang zum beschreibenden Theil.

Die Genese des Tunicateneies.

Weil mich durch die vorliegende Arbeit die Geschichte des Keimbläschens, insbesondere auch in Betreff der Follikelzellenbildung interessirte, so benützte ich einen Ferienaufenthalt in Helgoland im August 1885 dazu, diese Frage auch bei den Tunicaten in Angriff

*) Die neuere Arbeit von Sedgwick (Quarterly Journal Bd. 26 n. s. 1886) lässt wohl keinen Zweifel mehr aufkommen, dass Per. capensis Richtungskörperchen bildet.

zu nehmen. Ich stellte an Ort und Stelle einige Beobachtungen am frischen Material an und versorgte mich mit conservirten Exemplaren*). Leider reichte das Material nicht aus, um zu einer definitiven Lösung der Frage zu gelangen, so dass ich die weitere Verfolgung aufgeben musste. Ich wollte jedoch nicht unterlassen, die gewonnenen Resultate zur Kenntniss zu bringen; wenn dieselben auch lückenhaft sind, so können sie vielleicht doch etwas zur Aufklärung beitragen. Leider bin ich nicht im Stande, die angefertigten Zeichnungen mit zu veröffentlichen, ich muss mich mit zwei etwas schematisirten Holzschnitten begnügen. Jedoch stelle ich Jedem meine Präparate und Zeichnungen zur Verfügung.

Bekanntlich stehen sich in der Frage nach der Entstehung von Follikel- und Testazellen der Tunicaten zwei ganz differente Ansichten scharf gegenüber, die einen meist älteren Autoren, wie KOWALEWSKY**), GIRARD***), SEELIGER†), leiten dieselben von ausserhalb der Keimzellen liegenden Zellen ab, während die andern, ROULE, FOL, sowie BALBIANI und WILL (bei Arthropoden), behaupten, dieselben entständen, indem Chromatinpartikel des Keimbläschens auswanderten und zu neuen Kernen heranwüchsen.

Einen Mittelweg schlägt SABATIER ††) ein, indem er wie KUPFFER†††) für die freie Bildung der fraglichen Kerne eintritt.

Was nun meine Resultate anbetrifft, so ist mir die Entstehung der Follikel- und Testazellen aus dem Keimbläschen im höchsten Grade unwahrscheinlich geworden; wenn ich auch nicht positiv beweisen kann, dass dieselben nicht daraus abstammen, so ist doch die andere Erklärung durch Einwanderung von aussen die bei weitem wahrscheinlichere.

Als Untersuchungsmaterial dienten mir Clavelina lepadiformis und Amaroecium rubicundum. Die Untersuchung des

---

*) Bei der Beschaffung des Materials leistete mir der bekannte Helgoländer Fischer Herr HILMAR LÜHRS höchst bereitwillig die besten Dienste.

**) A. KOWALEWSKY. Weitere Studien über die Entwickelung der einfachen Ascidien, in: Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. VII. 1871.

***) A. GIRARD. Sur l'embryogenie des Ascidiens du genre Lithonepheria, in: Compt. rend. I. 92. 1881.

†) O. SEELIGER. Zur Entwickelung der Ascidien, in: Wiener Sitzungsberichte. Bd. 85. p. 361—413.

††) A. SABATIER. Sur les cellules du Follicule etc. chez les Tuniciers, in: Recueil. zool. suisse. Tom I. 1884.

†††) C. KUPFFER. Die Stammverwandtschaft zwischen Ascidien und Wirbelthieren, in: Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. IV. 1870.

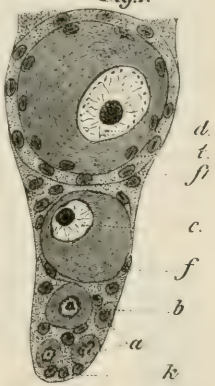
frischen Materiales ergab sehr wenig, so dass ich auf dieselbe nicht weiter eingehen werde.

Die ganzen Thiere wurden mit Flemming'scher Lösung oder mit heissem Sublimat gehärtet und später die Schnitte mit Saffranin resp. Boraxcarmin oder Haematoxylin gefärbt.

1. Amaroecium rubicundum.

Die jüngsten Eianlagen sind kaum von den Kernen des Keimlagers zu unterscheiden. Die letzteren haben, ganz ähnlich wie ich es von Carabus, Myriopoden und Spinnen beschrieben habe, in ihrem Centrum ein oder mehrere Chromatinpartikel; ebenso ist ihre Peripherie mit Chromatinkörnchen besetzt (Fig. 1. *k*). Die Kerne liegen in einem Syncitium. Einige derselben bilden sich nun zu den jungen Eiern aus, sie umgeben sich mit einer allmählig grösser werdenden Plasmaschicht und wachsen selbst an. Während dessen wird ihre Kerngrundsubstanz bei Haematoxylinfärbung heller (Fig. 1. *a*.) Der innere Chromatinballen wächst nun bedeutend und wird wahrscheinlich zum Nucleolus, die peripheren Körner aber rücken beim Wachsthum des Kernes immer weiter von einander; (Fig. 1. *b*) werden mit der Zeit kleiner (Fig. 1. *c*) und schwinden endlich gänzlich (Fig. 1. *d*). In keinem einzigen Falle aber erhielt ich ein Bild, das mir für das Auswandern dieser Partikel oder für den Zerfall eines solchen Kernes in mehrere kleinere sprach. Ein Kernnetz ist hier schon deutlich zu sehen. Es färbt sich mit Haematoxylin ziemlich scharf. Ebenso färbt sich der Nucleolus mit Haematoxylin recht stark, mit Boraxcarmin dagegen bleibt er nahezu ungefärbt. Bei *b* in Fig. 1 sieht man schon, wie sich einige Kerne, die absolut nicht von den ursprünglichen Kernen (*k*) zu unterscheiden sind, an das junge Ei anlegen. Diese werden zu den Follikelzellen. Bei dem folgenden Ei (*c*) ist dies nun noch mehr der Fall, sie haben hier schon einen völligen Follikel (*f*) gebildet. In dem Zellplasma des Eies selbst ist aber hier noch keine Spur von Kernen zu sehen, obgleich die peripheren Chromatinpartikel, die doch nach Fol, Roule etc. zu

Fig. 1.



Holzschnitt Fig. 1. Schnitt durch ein Stück Ovarium von Amaroecium rubicundum. Sublimat. Haematoxylin, combinirt aus mehreren Schnitten. Seibert homog. Immers. $\frac{1}{12}$ Ocul. O.

den Kernen anwachsen sollten, hier schon auf das äusserste reducirt und fast geschwunden sind. Man sollte doch vermuthen, dass, wenn die Bildung der Follikel- und Testazellen vom Keimbläschen ausginge, man in diesen jungen Stadien einmal einen Kern im Eiplasma auf der Wanderung nach der Peripherie anträfe. Das habe ich aber trotz eifrigstem Suchen niemals finden können.

In dem nächsten abgebildeten Ei (Fig. 1. *d*) liegen an der Peripherie des Eies schon eine grosse Menge von Kernen, die sogen. „Testazellen"; die Follikelzellen haben sich zu einem vollständigen Follikelepithel zusammengefügt. Hier, in dem Keimbläschen dieses Eies, sind die peripheren Chromatinpartikel vollständig geschwunden, doch habe ich auch manche Eier mit Testazellen gesehen, bei denen sie noch vorhanden waren.

Die Testazellen liegen gewöhnlich in einer Schicht dicht unter dem Follikelepithel, doch kann man ebenso häufig Eier beobachten, bei denen einige solcher Testakerne auch weiter im Innern des Eies liegen, zuweilen sogar dicht am Keimbläschen. Doch ist letzteres Verhalten mir durchaus noch kein Beweis dafür, dass die Testakerne wirklich aus dem Keimbläschen stammen.

Dass die Follikelkerne von aussen sich an das Ei angelagert haben, scheint mir ganz sicher zu stehen, die Testakerne sind aber, was Färbung und Grösse anbetrifft, absolut nicht von den Follikelkernen und somit auch von den „Keimkernen" zu unterscheiden, wenigstens nicht bei diesen jungen Eiern. Ich halte es deshalb für höchst wahrscheinlich, dass die Follikel- und die Testazellen von aussen an das Ei gelangen.

2. Clavelina lepadiformis.

Die Ausbildung der „Keimkerne" zu den jungen Eizellen geht hier ganz ebenso wie bei Amaroecium vor sich. Hier wie dort liegen in einem Syncitium die Keimkerne mit ihren centralen und peripheren Chromatinkörnern neben den nur um weniges grösseren Eizellen, die ausser ihrer etwas helleren Färbung, dieselbe Structur wie jene haben. Diese jüngsten Eier haben schon eine Plasmazone um sich gebildet. Beim Heranwachsen vergrössert sich das Keimbläschen bedeutend unter dem Schwinden der peripheren Chromatinbrocken, während sich der Nucleolus (wahrscheinlich aus dem centralen Chromatinkörper) herausbildet.

Sehr bald nun sieht man, wie einige Kerne, die sich in gar nichts von den „Keimkernen“ unterscheiden, sich an das junge Ei anlegen und hier durch den Druck oft etwas abgeplattet werden. Wenn ich an der Eiperipherie einzelne Chromatinbrocken liegen sah, so konnte ich dieselben stets für Theile von nicht ganz in den Schnitt gefallenen Kernen erkennen. Diese Follikelkerne werden mit der Grössenzunahme immer zahlreicher, man findet sie jedoch bis zu einer ziemlichen Grösse des Eies (0,013—0,015 mm) nur ausserhalb desselben liegen.

Bei einem bedeutend grösseren Ei sieht man nun auch innerhalb des Eikörpers, dicht an seiner Peripherie Kerne liegen, die sich in gar nichts von den aussen befindlichen unterscheiden.

Bei Färbung mit Haematoxylin ist die Vertheilung der Chromatinkörner in ihnen genau so wie bei den äusseren Follikelzellen, bei Behandlung mit Flemming's Lösung und Saffraninfärbung werden beide Kernarten fast gar nicht gefärbt. Man sieht in ihnen nur im Innern eine Chromatinmasse deutlich hervortreten (Fig. 2). In dem im Holzschnitt Figur 2 abgebildeten Ei schien es mir ganz deutlich, als ob die Kerne von einer Seite der ziemlich stark gefärbten Dotterhaut, durch dieselbe hindurch, auf die andere Seite wanderten. Ich konnte häufig Kerne sehen, welche die Dotterhaut nach dem Innern des Eies hin vorgebaucht und etwas verdünnt hatten, grade als ob sie auf der Wanderung von aussen nach innen begriffen wären (Fig. 2, *a*). Anfangs sind, wie erwähnt, beide Kerne nicht von einander zu unterscheiden; bald aber wachsen die inneren, die „Testakerne“, bedeutend heran und färben sich endlich mit Saffranin ziemlich stark, während die Follikelkerne nach wie vor ungefärbt bleiben. Auch bei der Behandlung mit Sublimat und Haematoxylin zeigt jetzt ein verschiedenes Verhalten; die früher regelmässige Anordnung der Chromatinpartikel hat aufgehört, dieselben liegen hier unregelmässig durcheinander in dem ziemlich stark angewachsenen Kern. — In diesem Stadium tritt noch kein eigentlicher Dotter im Ei auf. Letzteren sieht man zuerst als helle Zone (bei Sublimat-Haematoxylin-Behandlung) um das Keimbläschen. Sehr häufig findet man diesen Hof nicht rings um das ganze Keimbläschen herumgehen, er bildet dann eine halbmondförmige Zone, die dem letzteren anliegt. Es erinnert dies etwas an die Bilder, welche

Fig. 2.

Stück der Eiperipherie von Clavelina. Flemming's Lösung. Saffranin. Seibert, hom. Immers. 1/12 Oc. o.

SABATIER*) giebt. Dass man es hier aber mit Dotterbildung und nicht mit der Entstehung eines Follikelkerns am Keimbläschen zu thun hat, ist ganz sicher.

Bei der Färbung mit Saffranin findet man bisweilen am Keimbläschen oder im Zellkörper des Eies einen stark roth gefärbten Körper, den ich jedoch für einen auftretenden Dotterpartikel halte, zumal in älteren Stadien das ganze Ei mit gleichen Körpern angefüllt ist.

Es ist mir also auch hier bedeutend wahrscheinlicher, dass Follikel- und Testazellen von aussen an das Ei gelangen und nicht aus seinem Keimbläschen entstehen.

Ausser Amaroecium und Clavelina habe ich auch noch eine Art von Phallusia, die bei Helgoland häufig vorkommt, untersucht (wahrscheinlich Ph. pedunculata). Leider war jedoch das Material nicht derart gut conservirt, dass sich in dieser schwierigen Frage sichere Schlüsse ziehen liessen. So weit ich sehen konnte, ist die Entstehung des Keimbläschens aus den „Keimkernen" ganz ähnlich wie bei den andern beiden Formen. In späteren Stadien kann man allerdings bei Haematoxylinfärbung an der Peripherie des Keimbläschens eine Menge von dunkel gefärbten Partikeln liegen sehen, die zur Vermuthung veranlassen könnten, dass aus ihnen die Epithelzellen würden. Mit Boraxcarmin treten diese Partikel nicht hervor, wogegen sich hier der mit Haematoxylin blass bleibende Nucleolus stark roth färbt. Ich habe diese Art nicht genau genug untersuchen können, um hier eine positive Behauptung aufstellen zu können, doch scheint es mir unwahrscheinlich, dass bei Phallusia die Entstehung der Follikel- und Testazellen anders vor sich gehen sollte, als bei Amaroecium und Clavelina.

Wenn ich also noch einmal zusammenfasse, so kann ich zwar nicht positiv beweisen, dass die Follikel- und Testazellen nicht aus dem Keimbläschen stammen, doch halte ich die andere Erklärung, derzufolge sie von aussen an das Ei gelangen, für die bei weitem einfachere und wahrscheinlichere. Ebenso wie ich bei diesen Ascidien konnte O. SEELIGER**) auch bei Salpen niemals den Austritt von Zellen aus dem Keimbläschen sehen.

Was nun die Bedeutung der Testazellen anbetrifft, so glaube ich in Uebereinstimmung mit den meisten Autoren, dass dieselben

*) A. SABATIER. Sur les cellules du Follicule etc. chez les Tuniciers in Rec. zool. suisse. T. I. 1884.

**) O. SEELIGER. Die Knospung der Salpen. Jenaische Zeitschr.

einfach die Rolle von Nährzellen spielen. Dass sie mit dem Ei und Embryo nichts Näheres zu thun haben, zeigt sich auch wohl schon aus dem Umstand, dass sie nach der Befruchtung des Eies, wenn letzteres sich contrahirt, aus demselben heraustreten. Dass sie an der Bildung des Mantels sich nicht betheiligen, ist ja schon lange gezeigt.

Geradeso wie bei Trematoden Eizelle und Nährzellen in einer gemeinsamen Haut liegen, so auch hier. — Vielleicht könnte man diese Kerne noch mit den weissen Blutkörperchen vergleichen, die in die degenerirenden Eier eindringen, nur dass hier die Blutkörperchen die Oberhand gewinnen, während bei den Tunicaten das Ei die Wanderzellen verzehrt.

NB. Diese Beobachtungen über Tunicaten wurden nachträglich eingeschoben; sie sind deshalb im allgemeinen Theil der Arbeit nicht berücksichtigt.

III. Zusammenfassung der Resultate.

In Vorhergehendem habe ich nun meine Beobachtungen an den verschiedenen Arthropodenformen zusammengestellt. Wir wollen nun sehen, was gemeinsam an ihnen ist und welche Schlüsse sich aus ihnen ziehen lassen. Es wird am besten sein, wenn wir die einzelnen Punkte der Uebersicht halber gesondert betrachten.

1. Die Entstehung des Eies aus den Keimzellen.

Auf die Entstehung der Eier aus den Keimzellen habe ich meistens nicht specieller geachtet. Nur bei einigen Formen habe ich sie einer eingehenderen Untersuchung unterzogen, so bei Carabus, Epeira, Julus, Glomeris und Peripatus.

Bei allen diesen Thieren konnte nachgewiesen werden, was ja überhaupt schon lange bekannt war, dass das Keimbläschen durch einfache Umwandlung eines Kernes der Keimzellen entsteht. An den letzteren konnte ich niemals Zellgrenzen unterscheiden, es handelte sich jedesmal um Kerne, welche in einer Plasmamasse lagen und welche entweder compact als ein regelrechtes Syncytium (Insekten) oder in einer epithelialen Fläche auftraten (Spinnen, Myriopoden). Um den Kern, der zum Eikern werden soll, bildete sich eine Plasmazone, ein eigener Zellkörper. Schon die jüngsten Eikerne zeichnen sich bei Doppelfärbung mit Pikrocarmin und Haematoxylin dadurch aus, dass sie roth werden, während die anderen Kerne die blaue Farbe annehmen.

Die Keimkerne der untersuchten Arthropoden zeigten ganz, wie das auch WILL von seinen „Ooblasten" bei Nepa angiebt, eine sehr charakteristische Struktur (nur Peripatus machte davon eine Ausnahme). In die ziemlich stark gefärbte Kerngrundsubstanz war im Centrum ein Chromatinkörper eingebettet, ausserdem war an der ganzen Peripherie des Kerns ein Kranz derartiger stark gefärbter Brocken vorhanden. Der junge Eikern nun, der schon etwas durch seine Grösse gegen die übrigen Kerne abstach, unterschied sich von ihnen stets durch seine bedeutend heller gefärbte Kerngrundsubstanz; letztere nahm, wie oben erwähnt, bei der Doppelfärbung mit Pikrocarmin und Haematoxylin eine röthliche Farbe an, während die Kerne des Keimepithels bei dieser Behandlung stets blau wurden. Die peripheren Chromatinpartikel verschwinden jetzt allmählich, und im Centrum bildet sich der Nucleolus aus. Ob letzterer von dem centralen Chromatinkörper abstammt oder eine Neubildung ist, konnte ich nicht entscheiden. Niemals aber war nur die Andeutung davon zu constatiren, dass irgend welche Chromatinkörper aus dem Eikern auswanderten, um Follikelkerne oder Dotter zu bilden. Erstere liessen sich stets mit grösster Wahrscheinlichkeit als aus den Kernen des Keimepithels enstanden nachweisen, was besonders klar bei Spinnen, Myriopoden und Peripatus war.

Die Bildung des Keimbläschens von Peripatus weicht ein klein wenig von der bei den anderen untersuchten Formen ab; ich will aber hier nicht noch einmal seine Entstehungsgeschichte wiederholen.

2. Die Reifungserscheinungen.

Bei allen näher untersuchten Eiern konnte ich in jungen Stadien das Keimbläschen im Centrum bemerken.

In einer gewissen Zeit aber, oft schon sehr früh, beginnt es an die Peripherie zu wandern, wo es längere Zeit verweilt und ganz eigenthümliche Veränderungen erleidet. Der Ort an der Peripherie, wo es während dieser Zeit liegt, kann verschieden sein; es kann in der Mitte einer Längsseite, sogar noch etwas gegen den unteren Pol liegen (cf. Aphrophora); meistens finden wir es aber ganz in der Nähe des oberen Pols (cf. Lepidopteren, Musca, Anabolia, die meisten Hymenopteren etc.).

Hier liegt es hart am Follikelepithel an, plattet sich sogar meistens gegen dasselbe etwas ab. Oft schon vorher (Carabus), oft aber erst hier (Sphinx), manchmal auch erst später (Silpha),

verliert das Keimbläschen seinen Nucleolus. Die Art und Weise, wie derselbe schwindet, ist verschieden, er kann in kleinere Stücke zerfallen (Carabus auratus, Dytiscus); er kann aber auch allmählich immer blasser und blasser werden, bis man ihn endlich nicht mehr unterscheiden kann (Sphinx ligustri). Aus allem schien mir hervorzugehen, dass das Schwinden des Nucleolus nicht zum Wesen der Eireifung gehört, besonders aber weil ich ihn bisweilen (so bei Silpha) so lange verfolgen konnte, als noch ein Rest des Keimbläschens im Ei sichtbar war.

Bei sehr vielen der untersuchten Formen konnte ich nun bemerken, dass das Keimbläschen an der Seite, welche der Eiperipherie anlag, eingebuchtet war und dass in dieser Bucht grössere oder kleinere Ballen lagen, welche sich durch ihre Färbung und ihr Lichtbrechungsvermögen von den Dotterpartikeln unterschieden. Besonders schön waren sie bei Lina populi, bei Sphinx und Zygaena und bei Musca; dieser ganze Vorgang konnte bei 15 von 25 untersuchten Insektenformen constatirt werden und zwar bei Vertretern aller Ordnungen. Wir sind deshalb wohl berechtigt, ihn als allgemeine Erscheinung anzusehen.

Es konnte nun gezeigt werden, dass diese Ballen höchst wahrscheinlich aus dem Keimbläschen abstammen. Bei den Lepidopteren und bei Musca hatte das Keimbläschen kleine stumpfe Fortsätze, welche sich voraussichtlich abschnürten und so die Ballen lieferten. Bei Lina waren nur ein oder zwei sehr grosse Ballen vorhanden, die gradezu im Keimbläschen vergraben waren. Später konnten wir dieselben von letzterem getrennt wiederfinden.

Einmal bei Zygaena (cf. Fig. 82, Taf. VII) machte es den Eindruck, als wenn die einzelnen runden Ballen noch im Keimbläschen drin lagen, als wenn die periphere Hälfte desselben durch Eindringen einer feinen Punktsubstanz in einzelne Partien zerfallen war. Die Ballen hatten hier bis in alle Details dieselben Eigenschaften wie die Substanz des Keimbläschens selbst. Stets aber lagen sie an der Seite des Keimbläschens, welche dem Follikelepithel zugewendet war, sie wurden also stets nach aussen abgeschieden.

Ich will hier nicht alle beobachteten Fälle und ihre Einzelheiten nochmals aufzählen, ich glaube nur sagen zu können, dass wohl kein Zweifel aufkommen kann, dass diese Ballen thatsächlich aus der Substanz des Keimbläschens stammen.

Wir haben uns nun zu fragen, als welchen morphologischen Vorgang wir diesen Ballenaustritt aufzufassen haben. Dabei können

wir von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehen; wir können zuerst daran denken, dass die Ballen einzeln aus dem Keimbläschen heraustreten, alsdann hätten wir eine Art von Kernknospung vor uns: aus einem grossen Kern entstehen eine Anzahl kleinere. Ob wir aber diese Annahme machen dürfen ist mir sehr zweifelhaft, sie stimmt doch sehr wenig mit unseren heutigen Ansichten über die normale Kernvermehrung überein. Ausserdem kann man auch nicht einsehen, warum denn nur auf der einen und nicht auf allen Seiten des Kernes eine derartige Knospung stattfindet, wenn doch einmal eine Menge von kleinen Kernen gebildet werden, warum denn nicht an allen Seiten des grossen. Allerdings könnte man das einseitige Auftreten mit der Lage des Kernes in Verbindung bringen. Man könnte sagen: der Umstand, dass der Eikern an einer Seite von der grossen Masse des Eies, an der andern Seite aber von nahezu gar keiner Plasmamasse begrenzt ist, bewirkt es, dass die kleinen Kerne nur nach aussen abgeschieden werden. Doch kann man sich dabei nichts denken. — Ich glaube, dass wir eine viel natürlichere Auffassung der Verhältnisse bekommen, wenn wir an die 1—2 grossen Ballen anknüpfen, die ich oben bei Lina populi beschrieben habe. Wir haben hier einen (oder zwei) grosse Ballen, (die beiden Ballen treten wahrscheinlich nacheinender aus) deren Radius ungefähr ein Viertel oder ein Drittel des Keimbläschenradius beträgt. Das ist allerdings schon ein ziemlich bedeutender Unterschied, aber ich finde da nichts im Wege liegend, hier an eine einfache direkte Theilung des Kerns zu denken, bei der ein Tochterkern bedeutend grösser als der andere ist. Solche verschiedene Grössen der Tochterkerne kommen doch auch bei der indirekten Kerntheilung vor, ich erinnere nur an die Richtungskörperchen der meisten Thiere, z. B. der Seesterne, wo der im Ei bleibende Kern bedeutend den ausgestossenen an Grösse übertrifft.

Auf diesen Gedanken bin ich besonders auch durch das vorhin erwähnte Bild von Zygaena geführt (Fig. 82, Tafel VII). Dort machte es in der That den Eindruck, als ob die eine Hälfte des Keimbläschens durch eine Punktsubstanz von der andern abgegrenzt sei und ausserdem selbst durch diese Punktsubstanz in einzelne Theile zerfällt wäre. Wir hätten also hier eine direkte Kerntheilung, bei der eins der Theilprodukte sofort, gewissermassen in statu nascendi, in kleinere Theile sich auflöste.

Aber einerlei ob man den ersten Modus der successiven Entstehung der „Ballen“ oder den zweiten der gleichzeitigen Entstehung

annimmt, im Grunde genommen kommt beides doch auf dasselbe heraus, beides ist eine Modifikation der direkten Kerntheilung.

Dass es sich hier um eine direkte und nicht um die gewöhnliche, aber doch gewiss umständlichere indirekte Theilung handelt, kann uns wohl nicht so sehr wundern, wenn wir bedenken, wie enorm abgekürzt überhaupt die ganze Ontogenese der Insekten ist. Ausserdem zeigte sich ja oben, dass höchst wahrscheinlich bei den ersten Embryonalkernen von Musca die direkte Theilung vorkommt. Wenigstens liessen sich mit unseren jetzigen Mitteln keine karyokinetischen Figuren constatiren.

So scheinen denn doch bei näherer Betrachtung die Reifungsvorgänge der Insekten nicht so enorm von denen der anderen Thiere verschieden.

Für diese hier auftretenden Ballen möchte ich den Namen „Reifungsballen“ vorschlagen.

Wie die Reifung bei den Spinnen und Myriopoden vor sich geht, konnte ich nicht genauer verfolgen. Jedenfalls rückt auch hier das Keimbläschen an die Oberfläche und wird dort so modificirt, dass es sich unseren Blicken entzieht (Phalangium, Julus, Glomeris).

Bei Glomeris konnte ich sogar ein an der, der Peripherie zugekehrten Seite eingebuchtetes Keimbläschen auffinden, so dass man wenigstens hier den Reifungsvorgang als dem der Insekten gleich vermuthen kann. Die näheren Verhältnisse, besonders auch noch die der Crustaceen, bieten noch ein weites Feld der Forschung.

Bei Peripatus Edwarsii spielt sich wie bei den meisten Thieren die Reifung durch Ausstossen zweier Richtungskörperchen ab, die durch indirekte Theilung des Keimbläschens entstehen. Ebenso konnten Grobben und Weismann bei niederen Crustaceen mit kleinen Eiern wirkliche Richtungskörperchen beobachten.

Es führt uns dies auf die Vermuthung, dass ursprünglich, wie bei allen anderen Thieren, auch bei den Vorfahren der Arthropoden die Eireifung durch indirekte Theilung vor sich ging. Dies ist uns noch bei Peripatus und einigen niederen Crustaceen erhalten. Später aber, wohl wahrscheinlich durch den grösser werdenden Dotterreichthum der Eier, wird die Reifung modificirt, so dass wir sie jetzt in der heutigen Gestalt vor uns haben. Es ist deshalb sehr gut möglich, dass noch bei anderen niederen Arthropoden, besonders wenn dieselben dotterarme Eier haben, wirkliche Richtungskörper aufgefunden werden. Bei den

viviparen Aphiden wird es ja allerdings von den Beobachtern bestritten. So viel aber ist wahrscheinlich, dass bei den dotterreichen Eiern keine wirklichen Richtungskörper vorkommen*). Als Beispiel mögen gerade die Daphniden dienen. Moina sowie Polyphemus, wo Richtungskörper vorkommen, haben beide sehr kleine Eier, weil die sich entwickelnden Eier durch die vom „Nährboden" abgesonderte Flüssigkeit der Brutkammer ernährt werden. Bei den dotterreichen Eiern anderer Daphniden sind aber bis jetzt noch keine Richtungskörper constatirt worden.

Zum Schlusse möchte ich noch auf einen Punkt zu sprechen kommen, nämlich auf die Zeit der Reifungserscheinungen. Bei den meisten Thieren treten dieselben erst am vollständig ausgebildeten Ei auf, zuweilen sogar erst nach dem Eindringen des Spermatozoons in das Eiplasma. Hier aber geschieht der Austritt der „Reifungsballen" in einem sehr frühen Stadium, während das Ei noch nicht im Entferntesten seine halbe Grösse erreicht hat. Dies ist gewiss sehr merkwürdig und man könnte deshalb bezweifeln, dass es sich hier um die wirkliche Reifung des Eies handelt. Ich glaube aber, dass dies wiederum mit dem Dotterreichthum der Eier zusammenhängt. Von grossen Wirbelthiereiern wissen wir ja auch, dass schon zu sehr früher Zeit das Keimbläschen an die Oberfläche des Eies steigt und dort grosse Veränderungen erleidet.

Bei den wenigen von mir untersuchten Insekten konnte man schon eine grosse Verschiedenheit in dem Zeitpunkt bemerken, wo die Ballen austraten. Ich habe mich vergebens bemüht, hier eine gewisse Reihenfolge auffinden zu können, um irgendwie eine „phyletische Verschiebung" constatiren zu können, habe jedoch den Versuch bald wieder aufgegeben, da hiezu die Anzahl der untersuchten Formen nicht im entferntesten ausreichte. Hoffentlich wird dies späteren Arbeiten gelingen.

Man könnte auch annehmen, dass der Austritt der Ballen und somit die Reifung des Eies gar keine Rückwärtsverschiebung in der Ontogenie erlitten hätte, sondern dass der Dotter dem Ei secundär durch die Zellen des Follikelepithels aufgepfropft sei, dass

*) WILL hat in seiner neuen Arbeit (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 43, Heft 2. 1886) die Angabe, dass er bei Dytiscus ein Richtungskörperchen beobachtet hätte und dass hier der Eikern niemals völlig schwindet (p. 353). Wenn sich dies letztere bestätigen sollte, was erst die ausführliche Arbeit zeigen wird, so wäre ja die von mir vermuthete Continuität des Eikerns bewiesen. Das Richtungskörperchen möchte ich vor der Hand noch nicht als feststehend annehmen.

er eine Art von „Parablast“ wäre. Ich muss sagen, dass ich persönlich gar nicht geneigt bin, das Ei als eine Art Zwitterwesen aufzufassen, als eine Zelle, in welche durch andere Zellen grosse Mengen Eiweiss hineingelagert sind. Das Ei ist meiner Meinung nach eine Zelle, die ausser anderen Aufgaben die Function hat, grosse Mengen von Eiweiss zu assimiliren und als Nahrungsmaterial in sich aufzuspeichern, sei es nun, dass diese Nahrung einfach in Blutflüssigkeit besteht, sei es, dass das Ei andere Zellen, wie Nährzellen oder auch Leukocyten auffrisst.

3. Das Schwinden des Keimbläschens.

Wie ich oben gezeigt habe, verschwindet das Keimbläschen, nachdem es die „Reifungsballen“ abgegeben hat, in den untersuchten Fällen spurlos aus dem Ei. Die Art und Weise, wie dies geschieht, ist nun verschieden, lässt sich jedoch auf zwei Grundformen zurückführen. Jedesmal verliert es entweder sofort oder doch sehr bald nach Austritt der Ballen seine Membran.

Es kann nun erstens ganz amoeboid zerfliessen, wie wir es am schönsten bei Silpha und Necrophorus, dann aber auch bei Dytiscus gesehen haben.

Gerade das Beispiel von Silpha ist mir, wie ich oben gezeigt habe, geradezu ein Beweis dafür, dass durch das Auftreten des Dotters das Keimbläschen immer mehr schwindet. Ich will hier meine Beschreibung nicht noch einmal wiederholen und verweise deshalb auf meine obige Darstellung.

Zweitens kann das Keimbläschen aber auch schwinden, indem sich seine Structur vollständig ändert (Sphinx, Zygaena, Musca). Nachdem die Membran geschwunden ist, wird die sonst homogene Kernsubstanz feinkörnig, sie scheint aus einer grossen Menge kleiner Bläschen zusammengesetzt zu sein. Die Contouren des Keimbläschens werden nun undeutlich, entweder zuerst nur auf einer Seite (Zygaena) oder an der ganzen Peripherie zugleich (Musca), und es macht den Eindruck, als wenn Dotterkörnchen zwischen die Substanz des Keimbläschens oder letztere zwischen den Dotter sich hineindrängten. Endlich ist vom Keimbläschen nichts mehr zu sehen, es lässt sich durch unsere jetzigen Reagentien nicht mehr nachweisen.

Jemand könnte nun behaupten, dass das Schwinden des Keimbläschens das Wesen der Reifung sei, doch lässt sich dieser Ein-

wurf einfach durch die Thatsache widerlegen, dass bei einigen Insekten (Aphiden, Cecidomyia) das Keimbläschen eben nicht schwindet, dass aber doch ein so fundamentaler Vorgang wie die Reifung bei allen Insekten der gleiche oder wenigstens kein vollständig verschiedener sein wird. Gerade der Umstand, dass bei den viviparen Aphiden und den viviparen Cecidomyialarven das Keimbläschen nicht schwindet, führt uns wieder auf den Gedanken, dass der Dotter das Schwinden bewirkt.

Ich glaube, dass ich meine Ansicht so formuliren kann: Ursprünglich blieb der Eikern, wie bei den meisten übrigen Thieren, sichtbar. Bei den kleinen dotterlosen Eiern der Aphiden und Cecidomyialarven konnte dieser Zustand bestehen bleiben. Bei den schon bedeutend dotterreicheren Eiern der Gallwespen (WEISMANN) und wahrscheinlich auch einiger Ichneumoniden (GANIN) zerfloss der Eikern sehr stark amoeboid, so dass man ihn nur noch als Wolke im Ei wahrnehmen konnte. Dieser Process geht bei den andern Insekten noch weiter, so dass hier die Kernsubstanz im Ei derartig vertheilt ist, dass wir dieselbe überhaupt nicht mehr nachweisen können, besonders, da dieselbe auch meistentheils vollständig jedes Chromatin entbehrt.

Hier ist also ein ganz ähnliches Verhältniss zwischen dem Dottergehalt des Eies und der Modification der Kernverhältnisse zu erkennen, wie vorhin bei der Reifung.

Das Auftreten des ersten Furchungskernes, über das ich nur zwei Beobachtungen bei Musca habe, wolle man an dem betreffenden Orte nachsehen.

Ich möchte hier noch kurz die Frage berühren, ob wir den Zustand des Insekteneies, in welchem wir keinen Kern entdecken können, wirklich als einen Rückschlag zur Monere im Sinne HAECKEL's auffassen können. Ich glaube: nein! Erstens schwindet ja der Kern bei den meisten Thieren und auch bei einer Anzahl von Insekten überhaupt gar nicht, dann aber können wir, wenn wir das Ei als einfache Zelle auffassen, hier überhaupt nicht von einem Rückschlag reden, weil auf die einzelligen Wesen wie WEISMANN [172] gezeigt hat, das „biogenetische Grundgesetz" überhaupt keine Anwendung findet. Einzellige Wesen, und als solche müssen wir doch die Eier betrachten, haben in der That gar keine ontogenetische Wiederholung ihrer Vorfahren. Die Knospe einer Acinete, die ja vom Mutterthier stark abweicht, repräsentirt uns keineswegs eine, wenn auch noch so coenogenetisch veränderte Vorfahrenform der Acineten.

Wir haben in ihr nur eine besondere Anpassung: das Mutterthier sitzt fest, während die „Knospe“ frei schwimmt, um sich irgendwo anders niederzulassen. — Ebenso ist auch das Insektenei, in dem wir keinen Kern sehen, nicht ein Rückschlag zur „Monerula“, sondern nur eine besondere Anpassung an den Dotterreichthum des Eies. Inwiefern allerdings das Unsichtbarwerden des Kernes und das massenhafte Auftreten des Dotters physiologisch zusammenhängen, darüber kann man bis jetzt keine Vermuthungen aufstellen.

Eher als mit einer Monere könnte man ein solches Ei mit einem Infusor vergleichen, dessen Kern zu gewissen Zeiten in einzelne Stücke zerfällt, wie bei einer Opalina. Mehr neige ich jedoch zu der Ansicht, dass die Kernsubstanz sich nicht zerstreut, sondern nur sehr amoeboid zerfliesst, so dass sie bei ihrer Farblosigkeit zwischen dem Dotter nicht wahrgenommen werden kann; die Verhältnisse bei den Gallwespen berechtigen wohl zu dieser Annahme.

Ich glaube, dass noch etwas aus diesen Betrachtungen folgt, dass nämlich auch hier wie bei anderen Thieren eine Continuität des Eikerns besteht.

4. Vergleich mit den Wirbelthieren.

Es liegt nun sehr nahe, die Reifungsvorgänge der Insekteneier mit denen in anderen dotterreichen Eiern zu vergleichen, nämlich mit denen der Wirbelthiere. Weit entfernt, eine vollständige Aufzählung der Beobachtungen über die Reifung der Vertebrateneier geben zu wollen, will ich aus den einzelnen Klassen nur Beispiele herausgreifen.

Bei Amphioxus ist nach Hatschek [73] bei frischgelegten Eiern das Keimbläschen geschwunden, ein Richtungskörper liegt am animalen Pol. Vor dem Beginn der Furchung ward wieder ein Kern gesehen.

Bei Petromyzon bilden sich nach den Berichten von Kupffer und Benecke [95] und Scott [148] zwei Polkörper und zwar einer vor der Befruchtung und einer im Zusammenhang mit einem Plasmazapfen des Eies nach der Befruchtung. Ein Theil des Keimbläschens bleibt als Eikern im Ei zurück.

An dem Ei von Merlucius soll nach Kingsley und Conn [89] ein kleines Richtungskörperchen durch die Mikropyle austreten. Vorher sah man den Eikern als Sonne unter der Mikropyle. Die Beobachtungen scheinen mir aber noch nicht zu genügen, um hier

mit Sicherheit die Bildung eines Richtungskörperchens annehmen zu können. Ferner beschreibt HOFFMANN [81] noch bei Knochenfischen (Scorpaena, Julis) echte Richtungskörper. Das Keimbläschen soll an die Peripherie steigen und sich dort zum grössten Theil mit dem Einhalt vermischen. Aus dem kleineren Theil soll sich an der Mikropyle eine Kernspindel bilden, von deren peripherem Pol sich ein Richtungskörper abschnürt, während der Rest zum Eikern wird.

Alle anderen Beobachter haben kein Richtungskörperchen gesehen. Nach BALFOUR [16] soll bei Selachiern nur die Membran des Keimbläschens ausgestossen werden, während der Inhalt im Dotter zurückbleibt, um resorbirt zu werden. Das Keimbläschen des Störeies ist nach SALENSKJ [142] 1/4 Stunde nach der Ablage verschwunden und an seiner Stelle findet man „une quantité de petits îlots, formées d'une substance pareille à celle de la vesicule et noyées dans la substance du germe." Er schliesst, dass das Keimbläschen sich im Dotter auflöst. Der Eikern soll von einem jener „îlots" herrühren, die durch Schwinden des Keimbläschen entstanden sind.

Nach dem Verlassen des Follikels soll das Keimbläschen der Forelle nach OELLACHER *) aus dem Ei entfernt werden, seine Membran soll dann dem Dotter als kleines Schleierchen aufliegen, auf welchem der Inhalt in Gestalt von 1—2 feinkörnigen Kugeln liegen soll, Er hält es für das Wahrscheinlichste, dass sich das Keimbläschen später auflöst. Das abgelegte Ei der Forelle fand WALDNER [168] kernlos, erst nach 7 Stunden trat ein Kern auf.

Bei den Amphibien stimmen die verschiedenen Beobachter darin überein, dass sich das Keimbläschen auflöst. RUSCONI [136] lässt es sich an der Oberfläche ausbreiten. v. BAMBECKE konnte keinen Eikern feststellen und nach O. HERTWIG **) löst sich das Keimbläschen vor der Befruchtung auf und mischt sich dem Dotter bei. Ein feiner Schleier gelblicher Substanz am Keimpol wird als unbrauchbarer Körper gedeutet, der aus dem Dotter ausgetrieben wird, nachdem sich die Substanz des Keimbläschens mit dem Eikörper gemischt hat.

Im Ei der Reptilien schwindet das Keimbläschen ebenfalls ziemlich früh. Nach v. BAER rückt es an die Peripherie, durchbohrt

*) Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. 22. 1872.

**) Morphol. Jahrbuch Bd. III.

die Dotterhaut und löst sich noch im Ovarium auf. Clark [49] betrachtet das Keimbläschen der Schildkröten nur als an der Peripherie gelegene Concentration von Eiweissubstanz, die, ohne Bedeutung für das Ei zu haben, resorbirt werden kann. Nach Eimer soll das Reptilienei erst nach dem Verlust des Keimbläschens den Haupttheil seines Wachsthums durchmachen. Hoffmann [82] sah, dass es sich der Zona radiata anlegte und vermuthet aus Analogie mit den Knochenfischen, dass es sich dort in die Richtungsspindel verwandelt. Nach Sarasin [143] rückt das Keimbläschen der Eidechse an die Oberfläche und breitet sich dort als eine dünne Schicht aus. Aehnliches sah er beim Wellensittich. Ein direkter Uebergang vom morphologischen Elemente des Keimbläschens in die Furchungskerne ist nicht zu sehen. „Theile desselben werden in den Dotter aufgenommen, aus diesen gehen vielleicht die Kerne hervor. Kein morphologisches Stück derselben bleibt als Eikern zurück“ (p. 190).

Bei den Vögeln haben wir ebenfalls ein Schwinden des Keimbläschens zu verzeichnen. R. Wagner [166] vermuthet, dass es sich abplattet und mit dem „stratum germinativum“ verschmilzt. Allen Thomson [158] beschreibt es in reifen Eierstockseiern als weiches plattes Gebilde; es ergiesst seine Substanz in die Oberfläche der Keimschicht und mischt ihr ein wichtiges Material bei. Nach Kölliker verschwindet es im oberen Theil des Oviducts spurlos. Im Ovarialei sieht man es noch als flaches Gebilde der Dotterhaut anliegen.

Bei den Säugethieren schwindet das Keimbläschen nach Bischoff schon im Ovarium. Die neueren Untersuchungen durch v. Beneden [21. 25] und Rein [132] haben aber ergeben, dass hier Richtungskörperchen gebildet werden. Beide Untersucher lassen das Keimbläschen im Ei selbst schwinden. Ob es sich dort nicht doch noch wird constatiren lassen, müssen erneute Untersuchungen zeigen.

Ich sehe von einer Kritik der verschiedenen Beobachtungen und Deutungen gänzlich ab, mir kommt es hier nur darauf an, zu zeigen, dass bei den kleinen Eiern der Säugethiere, sowie bei einigen Fischen, die doch verhältnissmässig niedrig stehen, Richtungskörper vorkommen, dass aber bei den grossen dotterreichen Eiern der anderen Vertebraten die Reifung auf irgend eine andere Weise stattfinden muss, auf welche ist allerdings schwer zu entscheiden. Zugleich ist auch hier, wie bei den dottereichen Insekteneiern, das Schwinden des Keimbläschens zu constatiren.

Diese Homologie zwischen den Arthropoden- und Vertebrateneiern scheint mir ein neuer Beweis dafür zu sein, dass es in der That nur der Dotterreichthum ist, welcher die Modification der Reifungserscheinung und das Verschwinden des Keimbläschens bewirkt hat.

5. Der Dotterkern.

Wenn auch die Bildung der Dotterkerne nicht eigentlich in mein Thema fällt, so möchte ich doch noch hier mit einigen Worten darauf zurückkommen, besonders da dieselbe doch immer noch einen streitigen Punkt bildet.

Ueber die specielle Entstehungsgeschichte der Dotterkerne bei den Hymenopteren will ich hier nicht noch einmal mich auslassen; ich muss da auf die betreffenden Stellen im beschreibenden Theil meiner Arbeit verweisen, ebenso was die Gründe betrifft, die mich bewogen, diese Gebilde nicht als echte Kerne, wie BLOCHMANN [33], sondern als Dotterkerne anzusehen. Ihre Entstehung an der Peripherie des Keimbläschens, ihre spätere Auflösung, besonders aber die Vergleichung der verschiedenen untersuchten Arten brachten mich zu diesem Schlusse. Ich will hier nur noch einmal kurz recapituliren.

Die ursprüngliche Entstehung aller Dotterkerne der Hymenopteren liess sich auf einen Typus zurückführen. Es bildeten sich stets ganz kleine Concretionen dicht an der Peripherie des Keimbläschens oder doch wenigstens in seiner unmittelbaren Nähe. Diese wanderten nun vom Keimbläschen weg und legten sich in einer vollständigen Schicht an die ganze Eiperipherie (Bombus) oder sie blieben mehr am oberen Eipol angesammelt (Vespa, Trogus, Pimpla) oder endlich sie konnten sich zu einer Anzahl etwas grösserer, im ganzen Ei vertheilter Klumpen vereinigen (Banchus). Ich bezeichnete dies mit dem Namen „diffuser Dotterkern“ *).

Es können nun auch die einzelnen kleinen Dotterconcretionen sich zu einer einzelnen grossen gefärbten Masse vereinigen, die stets am hinteren Eipol lag. Dies Gebilde nannte ich den „eigentlichen Dotterkern“ (Anomalon, Ophion, Lampronota, Ephialtes, Ambyteles). Man kann also wohl den diffusen Dotterkern als eine ontogenetische und phylogenetische Vorstufe des eigent-

*) Aehnliche Gebilde, die auch auf dieselbe Weise entstanden, hat Herr Dr. KRAEPELIN bei Süsswasserbryozoen gefunden.

lichen Dotterkerns betrachten, wenigstens bei den Hymenopteren. Niemals aber konnte ich eine Entstehung aus dem Keimbläschen constatiren, wie Balbiani [13] dies für Geophilus und Will [178. 179] für den Frosch angiebt.

Bei den Spinnen habe ich die Entstehung des Dotterkerns nicht näher verfolgt, sehr merkwürdig sind aber die Verhältnisse bei Glomeris. Hier bilden sich erst in der Nähe des Keimbläschens eine oder mehrere Concretionen, die sich aber mit dem Wachsthum des Eies bald wieder auflösen. Später treten im Ei zwei verschiedene Dotterarten auf, von denen sich eine gelbroth, die andere blau bei der Doppelfärbung färbt. Die letztere ballt sich zu einer grossen Masse zusammen. Hier sind also offenbar zwei vollkommen verschiedene Arten von Dotterkernen vorhanden, denn als Dotterkern bezeichnen wir doch ein Gebilde, das von dem übrigen normalen Dotter abweicht.

Was nun meine Meinung über die Bedeutung des Dotterkerns betrifft, so schliesse ich mich der von Schütz [146] etc. an. Der Dotterkern stellt eine Concretion von besonderem, von dem gewöhnlichen Dotter verschiedenem Nahrungsmaterial dar, das zu irgend einer Zeit vom Ei resorbirt wird. Er kann schon sehr früh gelöst werden oder aber noch im abgelegten Ei vorhanden sein.

Balbiani [11], Sabatier [138] und Jatta [85] sehen im Dotterkern bekanntlich ein für die Entwickelung des Eies wichtiges Gebilde. Es soll sogar theils die Function der Samenzelle haben und durch seine Conjugation mit dem Keimbläschen die Entwickelung einleiten. Ich vermag nicht, mich dieser Hypothese Balbiani's anzuschliessen. Daraus, dass der Dotterkern oft am Keimbläschen lag, schloss man, dass derselbe sich mit ihm conjugirte. — Welche specielle physiologische Function der Dotterkern für das Ei hat, ist allerdings bis jetzt noch nicht zu sagen, er kann ja auch sehr gut zu verschiedenen Zwecken während der Entwickelung aufgebraucht werden, keinenfalls aber dient er zur Befruchtung des Keimbläschens.

Eine Zusammenstellung der Thiere, bei denen bis jetzt ein Dotterkern aufgefunden ist, findet man bei Schütz [146]. es ist aber z. B. noch Astracanthion hinzuzufügen, wo Jatta [85] einen „diffusen Dotterkern" fand, ebenso Comatula nach Di Gasparis [52] u. A.

Freiburg i. B., Dezember 1885.

Resumé.

1. Bei den untersuchten Arten entsteht das Keimbläschen durch Differenzirung aus den Kernen des Keimepithels; eine Auswanderung von Chromatinkörnern zur Bildung von Epithelzellen oder dergl. findet nicht statt.

2. In ziemlich frühen Stadien wandert das Keimbläschen an die Eiperipherie, gewöhnlich in die Nähe des oberen Poles.

3. Hier giebt es grosse Ballen nach aussen ab, welche sich später auflösen. Dieser Prozess ist als eine Art von direkter Kerntheilung aufzufassen.

4. Es rückt nun in den meisten Fällen wieder von der Peripherie weg ins Innere hinein und „löst sich dort auf".

5. Das Unsichtbarwerden des Keimbläschens kann auf zwei Weisen geschehen, erstens durch amoeboides Zerfliessen, zweitens durch Veränderung seiner Structur.

6. Das Ei ist eine Zeit lang scheinbar kernlos.

7. Der erste Embryonalkern tritt in der Nähe des oberen Eipoles auf.

8. Die abnormen Reifungsvorgänge bei den Arthropoden sind wie bei den Wirbelthieren durch den Dotterreichthum des Eies hervorgerufen; bei dotterarmen Eiern ist eine Continuität des Eikerns nachgewiesen, desshalb muss sie auch bei den dotterreichen stattfinden.

9. Der Dotterkern der Hymenopteren etc. bildet sich in der Nähe des Keimbläschens, unter dem Einflusse desselben, aber nicht aus ihm. Der aus einzelnen Stücken bestehende „diffuse Dotterkern" ist ein ontogenetischer und phylogenetischer Vorläufer des „eigentlichen Dotterkerns, wenigstens bei den Hymenopteren.

Vorliegende Arbeit wurde im zoologischen Institut der Universität Freiburg i. B. im Sommer und Herbst 1885 angefertigt und die Resultate schon im November und Dezember niedergeschrieben. Ich fühle mich veranlasst, hier nochmals meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrath Prof. Weismann für seinen anregenden Unterricht und seine grosse Liebenswürdigkeit, mit der er meine Beobachtungen verfolgte und controllirte, meinen Dank auszusprechen. Ausserdem bin ich noch den Herren Prof. Gruber, Dr. Kraepelin, Dr. J. van Rees, Dr. Korschelt, sowie auch noch besonders Herrn Prof. v. Kennel zu Dank verpflichtet. Letzterer hat mir mit grösster Liebenswürdigkeit seine Präparate von Peripatus zur Verfügung gestellt.

Freiburg i. B., Ende Mai 1886.

Literaturverzeichniss.

1. Adler. Ueber den Generationswechsel der Eichengallwespen in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 35. 1881.
2. Auerbach. Organologische Studien. Breslau 1874—75.
3. H. Ayres. On the development of Oecanthus niveus and its parasite Teleas in: Mem. of the Boston. Soc. of nat. Hist. vol. III. Nr. 8. Jan. 1884.
4. K. E. v. Baer. Neue Untersuchungen über die Entwickelung der Thiere in: Frorieps neue Notizen. Vol. 39. p. 38. 1846.
5. — Die Metamorphose der Eier der Batrachier in: Müller's Archiv 1834.
6. — Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Fische. 4°. Leipzig 1835.
7. — De ovi mammalium et hominis genesi. Lipsiae 1827.
8. E. G. Balbiani. Sur la signification des cellules polaires des insectes in: Compt-rend. t. 95. 1882.
9. — Contribution à l'étude de la formation des organes sexuels chez les insectes in: Recueil zool. suisse. tom II. 4. 1885.
10. — Sur les phenomènes de la division du noyeau cellulaire in: Compt. rend. tom. 95. 1883.
11. — Leçons sur la génération des vertébrés. Paris 1879.
12. — Sur la constitution du germe dans l'oeuf animal avant la Fécondation in: Compt. rend. t. 82. 1864.
13. — Sur l'origine des cellules du Follicule et du noyeau vitellin de l'oeuf chez les Géophiles in: Zool. Anz. 6. Jahrg. 1883.
14. — Mémoire sur la génération des Aphides in: Ann. Sc. nat. Zool. 1872. No. 4.
15. F. M. Balfour. Handbuch der vergleichenden Embryologie. Deutsch von Vetter.
16. — Development of Elasmobranch Fishes. Lond. 1878.
17. — Anat. and development of Peripatus capensis. Lond. 1883.
18. O. v. Bambecke. Nouvelles recherches sur l'embryologie du Batraciens in: Arch. de Biologie. tom. I. p. 305—380. 1880.
19. Barthelemy. Études et considérations générales sur la Parthénogenèse in: Ann. Sc. nat. tom 12. 1859. p. 311.
20. B. Benecke. Ueber die Reifung und Befruchtung des Eies bei Fledermäusen in: Zool. Anz. 1879, No. 30.
21. E. v. Beneden. Recherches sur l'embryologie des Mammifères, la formation des feuillets chez le lapin. in: Bull. de l'acad. roy. de Belg. 1876. — Arch. de Biol. tom. I. 1880.

22. — Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf in: Mém. cour. de l'acad. roy. de Belg. tom. 34. 1870.
23. — Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire. Bruxelles 1883.
24. — Contributions à l'histoire de la vesicule germinative et du premier noyeau embryonair. Bruxelles 1876.
25. — et CH. JULIEN. Observations sur la maturation, la fécondation et la segmentation de l'oeuf chez les Chiroptères in: Arch. de Biol. tom. I. 3. 1880.
26. — (Die Spermatogenese von Ascaris megalocephala.)
27. P. J. v. BENEDEN. Recherches sur l'organisation et le développement des Linguatules in: Ann. Sc. nat. Zool. 3 sér. tom. II.
28. — et WINDISCHMANN. Note sur le développement de la limace grise in: Bull. de l'acad. Bruxelles 1838.
29. BERTKAU. Ueber den Generationsapparat der Araneen in: Arch. f. Naturgeschichte 1875.
30. BISCHOFF. Entwickelungsgeschichte des Kaninchencies. 1845.
31. — Ueber die Bildung des Säugethiereies und seine Stellung zur Zellenlehre in: Sitz.-Ber. der königl. bayr. Acad. der Wissensch. München. math.-phys. Abth. 1863. I.
32. H. BLANC. Anatomie et physiologie de l'appareil male des Phalangides. Freiburger Dissert. Lausanne 1880.
33. F. BLOCHMANN. Ueber die Metamorphose der Kerne in den Ovarialeiern und über den Beginn der Blastodermbildung bei den Ameisen in: Verh. d. naturh.-medic. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. III. 1884.
34. BOBRETZKY. Ueber die Bildung des Blastoderms und der Keimblätter bei den Insekten in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 31. 1878.
35. A. BRANDT. Ueber das Ei und seine Bildungsstätte. Leipz. 1878.
36. — Ueber die Eiröhren der Blatta orientalis in: Mém. acad. de St. Petersbourg. 7. Sér. tom. 21. 1874.
37. — Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Libellulinen und Hemipteren. Petersburg 1869.
38. A. BRANDT. Ueber die Eiröhren und das Ei der Insekten in: Nachr. Ges. Freund. Naturw. Moskau. Bd. 22. 1876 (russisch).
39. M. BRANDT. Recherches sur l'anatomie des araignés in: Ann. Sc. nat. 2. sér. tom. 13. 1840.
40. — Second rapport relatif aux recherches microscopiques ultérieures sur l'anatomie des espèces du genre Glomeris in: Bull. scientif. de l'acad. imp. des Sciences de St. Petersbourg. tom. 9. 1840.
41. A. BRASS. Das Ovarium und die Entwickelungstadien der Eier der viviparen Aphiden in: Zeitschr. f. Naturw. Halle. Bd. 55. 1882.
42. — Studien über die Organisation der thierischen Zelle.
43. O. BÜTSCHLI. Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien in: Abh. der Senkenberg. naturf. Ges. Bd. 10. 1876.
44. — Gedanken über die morphologische Bedeutung der sog. Richtungskörperchen in: Biol. Centralblatt. Bl. 4. 1884.
45. E. CALBERLA. Befruchtungsvorgang am Ei von Petromyzon Planeri in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 30. 1878.

46. V. CARUS. Ueber die Entwickelung des Spinneneies in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 2. 1850.
47. E. CLAPARÈDE. Recherches sur l'évolution des araignées in: Naturk. Verh. utg. door het Prov. Utrechtsch Genotenschap van Kunsten en Wetenschapen. Deel I. Stuck 1. 1862.
48. — Studien an Acariden in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 18. 1868.
49. CLARK. (Entwickelung der Schildkröte) in: Agassiz contribution to the nat. hist. of the U. S. vol II. part 3. 1827.
50. CRAMER. Bemerkungen über das Zellenleben in der Entwickelung des Froscheies in: Müllers Archiv 1848.
51. DERBÈS. Observations sur le mécanisme et les phénomènes qui accompagnent la formation de l'embryon chez l'oursin comestible in: Ann. Sc. nat. tom. 8. 1847.
52. A. DIGASPARIS. Intorno al nucleo vitellino delle comatule in: Il primo Cimento. vol I. Herausgeg. von TRINCHESE. Neapel 1882.
53. M. DUVERNOY, Fragments sur les organes de génération de divers animaux. I. Julus grandis. II. Scorpio in: Mém. de l'acad. des Sc. de l'institut de France. tom 23. Paris 1853.
54. A. ECKER. Icones physiologicae. Leipzig 1851.
55. M. FABRE. Recherches sur l'anatomie des organes reproducteurs et sur le développement des Myriapodes in: Ann. Sc. nat. 4. sér. Zool. tom 3. 1855.
56. W. FLEMMING. Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig 1882.
57. — Mittheilungen zur Färbetechnik in: Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie I. 1884.
58. H. FOL. Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogénie chez divers animaux in: Mém. de la soc. de Phys. et d'hist. nat. de Genève 1879.
59. — Sur l'origine des cellules du follicule et de l'ovule chez les Ascidiens in: Compt. rend. 28. Mai 1883.
60. — Sur l'oeuf et ses enveloppes chez les Tuniciens in: Rec. zool. suisse tom. I. 1883.
61. M. GANIN. Beiträge zur Erkenntniss der Entwickelungsgesch. b. d. Insekten in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 19. 1869.
62. — Embryonalhülle der Lepidopteren und Hymenopteren-Embryonen in: Mém. St. Petersbourg 1869.
63. A. GOETTE. Entwickelungsgeschichte der Unke. 1875.
64. V. GRABER. Vorläufige Ergebnisse einer grösseren Arbeit über vergl. Embryologie der Insekten in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. 14. 1878.
65. E. GRAFFON. Beiträge zur Anatomie und Histologie von Peripatus. 2. Th. in: Zool. Beitr. v. A. Schneider. Bd. I. 3. Heft. 1885.
66. R. GREEF. Untersuchungen über den Bau und die Anatomie der Bärenthierchen in: Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. 2. 1866.
67. O. v. GRIMM. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung einer Chironomusart in: Mém. de St. Petersbourg. 1870.
68. C. GROBBEN. Die Entwickelungsgeschichte von Moïna rectirostris. in: Arb. zool. Inst. Wien. Bd. 1. 1879.
69. — Die Entwickelungsgeschichte von Cetochilus septentrionalis in: Arb. zool. Inst. Wien. Bd. III. 1882.

70. E. GRUBE. Ueber den Bau von Peripatus Edwarsii in: Müllers Arch. 1853.
71. E. HAECKEL. Zur Entwickelungsgeschichte der Siphonophoren. Utrecht 1869.
72. — Biologische Studien. Zur Gastraeatheorie. Jena 1877.
73. B. HATSCHECK. Studien über die Entwicklung des Amphioxus in: Arb. zool. Inst. Wien. Bd. 4. 1882.
74. C. HELLER. Zur Anatomie von Argas persicus in: Sitz.-Ber. Acad. Wien. Bd. 30. 1858.
75. H. HENKING. Beitr. zur Anatomie, Entwickelungsgesch. und Biologie von Trombidium fuliginosum in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 37. 1882.
76. HENSEN. Ueber eine Züchtung unbefruchteter Eier in: Centralbl. f. med. Wissensch. Bd. 7. 1869.
77. O. HERTWIG. Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies in: Morphol. Jahrb. I. III. IV.
78. — Welchen Einfluss übt die Schwerkraft auf die Theilung der Zellen? Jena 1884.
79. W. HIS. Untersuchungen über das Ei und die Entw. b. d. Knochenfischen. Leipzig 1873.
80. HOEK. Zur Entwickelung der Entomostraken in: Niederländ. Archiv. für Zoologie. 1863.
81. B. K. HOFFMANN. Vorl. Mitth. zur Ontogenie der Knochenfische in: Zool. Anz. Bd. 3. Dec. 1880.
82. — Contributions à l'historie du développement des Reptils in: Arch. Néerland. 1882.
83. F. W. HUTTON. On Peripatus novaezealandiae in: Ann. and Mag. of nat. hist. ser. 4. vol. 17. Nr. 107. Nov. 1876.
84. F. HUXLEY. On the agamic reproduction and morphologie of aphis in: Trans. Sin. Soc. tom. 22. part 3. 1858.
85. G. JATTA. Sulle forme che assume il nucleo vitellino delle asteris e di alcuni Ragni in: Atti. Acad. Napoli. vol 9. 1882.
86. JOURDAN. Ponte d'oeufs féconds par les femelles de ver à soie ordinaire sans le concours des mâles in: Compt. rend. tom. 53. 1861.
87. J. KAUFMANN. Ueber die Entwickelung und system. Stellung der Tardigraden in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 3. 1851.
88. J. v. KENNEL. Entwickelungsgesch. von Peripatus Edwarsii und torquatus in: Arb. d. Würzburger zool. Inst. Bd. 7. 1884.
89. J. S. KINGSLEY AND W. H. CONN. Some Observations on the Embryologie of the Teleosteani in: Mem. of the Boston Soc. of nat. hist. vol 3. Nr. 6. April 1883.
90. A. KÖLLIKER. De prima insectorum genesi. Inaug.-Diss. Turici 1842.
91. — Die Siphonophoren oder Schwimmpolypen von Messina. Leipzig 1853.
92. — Entwickelungsgesch. des Menschen. 1879.
93. E. KORSCHELT. Zur Frage nach dem Ursprung der verschiedenen Zellenelemente der Insektenovarien in: Zool. Anz. Bd. 8. Nr. 206. 207. 1885.
94. C. KUPFFER. Das Faltenblatt an den Embryonen der Gattung Chironomus in: Arch. f. mikr. Anatom. Bd. 2. 1866.
95. — und C. BENECKE. Der Befruchtungsvorgang am Eie der Neunaugen. Königsberg 1878.

96. R. LEUCKART. Bau und Entwickelungsgeschichte der Pentastomiden. Leipzig und Heidelberg 1860.
97. — Die Fortpflanzung und Entwickelung der Pupiparen. Halle 1858.
98. — Art. „Zeugung" in Wagners Handwörterbuch der Physiologie. IV. 1853.
99. F. LEYDIG. Zum feineren Bau der Arthropoden in: Müllers Archiv. 1855.
100. — Zur Anatomie von Piscicola geometrica in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 5.
101. — Naturgeschichte der Daphniden.
102. — Der Eierstock und die Samentasche der Insekten in: Nova acta. Bd. 33 1867.
103. — Ueber Bau und system. Stellung der Räderthiere in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 6. 1854.
104. J. C. C. LOMANN. Bijdrag tot de anatomie der Phalangiden. Amsterdamer Diss. 1882.
105. S. LOVEN. Ueber die Entwickelung der kopflosen Mollusken in: Arch. f. Anat. und Physiol. 1848.
106. H. LUDWIG. Die Eibildung im Thierreich in: Würzburger Arb. Bd. 1. 1874.
107. P. MAYER. Zur Ontogenie und Phylogenie der Insekten.
108. — Eine neue Methode zur Herstellung von Schnittserien in: Mitth. d. zool. Stat. zu Neapel. Bd. 4. 1883.
109. MAYZEL. Zelltheilung bei Insekten und Säugethierembryonen in: Tagbl. d. 3. Vers. polnischer Aerzte u. Naturforscher. Krakau. Nr. 5. 1881 (polnisch).
110. MELNIKOFF. Beiträge zur embryologischen Entwickelung der Insekten in: Troschel's Arch. Bd. 35. 1869.
111. E. METSCHNIKOFF. Entwickelungsgeschichte des Scorpions in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 21. 1871.
112. — Entwickelungsgesch. des Chelifer. in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 21. 1871.
113. — Embryologische Studien an Insekten in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 16. 1863.
114. H. MILNE EDWARDS. Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux. tom. 8. Paris 1863.
115. MINOT. A sketch of comparative embryology. I. II. American Naturalist vol. XIV pg. 96 and 242.
116. H. N. MOSELEY. On the structure and development of Peripatus capensis in: Proc. Roy. Soc. Nr. 153. 1874 u. Thiles Transact. vol. 164. 1874
117. JOH. MÜLLER. Ueber die Entwickelung der Eier im Eierstock bei den Gespensterheuschrecken in: Nova Acta. Bd. 12. 2. 1825.
118. — Die Anatomie des Scolopendra morsitans in: Isis. 1829.
119. — Ueber die Erzeugung von Schnecken in Holothurien.
120. A. NAPULA. Die Anatomie der Tiroglyphen. 1. Abth. in: Sitz.-Ber. Akad. Wien. Bd. 30. 1858.
121. J. OELLACHER. Die Veränderungen des unbefruchteten Keimes des Hühnereies in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 22. 1872.
121a. — Untersuchungen über die Furchung im Hühnerei in: Strickers Studien aus d. Inst. f. exp. Pathologie. 1. 1870.
121b. — Beiträge zur Geschichte des Keimbläschens im Wirbelthierei in: Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. 8. 1872.
122. O. OSBORNE. Parthenogenesis in a Beetle in: Nature. Bd. 29. 1879.
123. H. A. PAGENSTECHER. Beiträge zur Anatomie der Milben. Leipz. 1860—61.
124. — Zur Anatomie von Argas reflexus in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 11. 1862.
125. — Die Trichinen. Leipzig 1866.

126. PFEFFER. Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize in: Unters. aus. d. bot. Inst. Tübingen. Bd. 1. Heft 3. 1884.
127. W. PFITZNER. Zur morphologischen Bedeutung des Zellkerns in: Morphol. Jahrb. Bd. 11. 1885.
128. F. PLATEAU. Observations sur l'agryonète aquatique in: Ann. Sc. nat. sér. 5. Zool. tom. 7. 1867.
129. J. E. PURKINJE. Symbolae ad avium historiam ante incubationem. 4°. Leipzig 1830.
130. H. RATHKE. Zur Kenntniss des Furchungsprozesses im Schneckenei in: Arch. f. Naturgesch. 1848.
131. — Studien zur Entwickelungsgeschichte der Insekten (herausgeg. v. Hagen) in: Stettin. entomol. Zeitung. 22. 1831.
132. REIN. Beitr. z. Kenntniss d. Reifungserscheinungen und Befruchtungsvorgänge am Säugethierei in: Arch. f. mikr. Anatomie Bd. 22. 1883.
133. CH. ROBIN. Mémoire sur les globules polaires de l'ovule in: Journ. de physiol. et anatomie t. 5. 1862 und Ann. Sc. nas. 4. sér. tom 18. 1862.
134. RÖSEL VON ROSENHOF. Insektenbelustigungen. tom 4. pag. 259 u. Tfl. 39.
135. R. RÖSSLER. Beiträge zur Anatomie der Phalangiden in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 36. 1882.
135a. ROULE. La structure de l'ovaire et la formation des oeufs chez les Phallusiadées in: Compt. rend. 9. avril. 1883.
136. M. RUSCONI. Histoire naturelle, développement et métamorphose de la Salamandre terrestre. 1854.
137. — Le développement de la grenouille commune depuis le moment de sa naissance. Milan. 1876.
138. A. SABATIER. Sur le noyeau vitellin des Aranéides in: Compt. rend. tom. 97. 1883.
139. — Sur les cellules du follicule et les cellules granuleuses chez les Tuniciens in: Recueil zool. suisse. tom I. 3. 1884.
140. — De l'ovogenèse chez les Ascidiens in: Compt. rend. 19. März 1883.
141. — Sur les cellules du follicule de l'oeuf et sur la nature de la sexualité in: Compt. rend. 13 juin 1883.
142. B. SALENSKY. Histoire embryogénique de l'esturgeon (accipenser ruthenus) in: Trav. de la soc. des Naturalistes de Kasan. tom 8. 3. Livr. 1879 (russ.).
143. SARASIN. Die Reifung und Furchung des Reptilieneies in: Arb. Würzburg. zool. zoot. Instituts. Bd. 6. 1883.
145. W. SCHIMKEWITSCH. L'anatomie de l'epeire in: Ann. Sc. nat. 6. sér. zool. tom. 17. 1884.
145. A. SCHNEIDER. Die Entwickelung der Geschlechtsorgane der Insekten in: Zool. Beiträge. Bd. I. Heft 3. 1885.
146. — Das Ei und seine Befruchtung. Breslau 1883.
146. J. SCHÜTZ. Ueber den Dotterkern. Bonn 1882.
147. K. SCHULIN. Zur Morphologie des Ovariums in: Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. 19. 3. Heft. 1882.
148. W. B. SCOTT. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Petromyzonten in: Morphol. Jahrb. Bd. 7.
149. A. SEDGWICK. The Development of Peripatus Capensis in: Quarterly Journal of mikr. Science. N. Ser. Nr. 99. Juli 1885.

150. C. Th. v. SIEBOLD. Lehrbuch der vergl. Anatomie. 1846.
151. — Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden. Leipzig 1871.
152. N. SOGRAF. Materialien zur Kenntniss der Embryonalentwickelung von Geophilus in: Nachr. Ges. Freund. Naturk. Moskau. Bd. 43 (russisch).
153. — Zur Embryologie der Chilopoden in: Zool. Anz. 5. Jahrg. 1882.
154. F. STEIN. Ueber die Geschlechtsverhältnisse der Myriopoden und einiger anderer wirbelloser Thiere in: Müllers Archiv. 1842.
155. — Vergl. Anatomie und Physiologie der Insekten. 1. Die weiblichen Geschlechtsorgane der Käfer. Berlin 1847.
156. STRASBURGER. Zellbildung und Zelltheilung. Jena 1876.
157. — Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen. Jena 1884.
158. A. THOMSON. Artikel „Ovum" in Cyclopaedia of anatomy and physiology. Part. 44. 68. London 1854—56.
159. A. TICHOMIROFF. Ueber die Entwickelungsgeschichte des Seidenwurms in: Zool. Anz. 1879.
160. — Entwickelungsgeschichte der Seidenraupen im Ei (russisch). Moskau 1882.
161. TREVIRANUS. Ueber den inneren Bau der Arachniden. 1812.
162. — Abhandlungen über den inneren Bau der ungeflügelten Insekten. verm. Schr. I. 1816.
163. S. TRINCHESE. I primi momenti dell' evoluzione nei Molluschi in: Atti de Acad. dei Lincei. Roma 1880.
164. A. VILLOT. L'histologie de l'oeuf in: Revue des Sc. nat. tom 5. Nr. 3. 13. Dec. 1876.
165. C. VOGT Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Geburtshelferkröte. 4°. 1842.
166. R. WAGNER. Prodromus historiae generationis hominis atque animalium. 1836.
167. WALDEYER. Eierstock und Ei. Leipzig 1870.
168. M. WALDNER. Ueber das Verhalten der Zellkerne in den Furchungskugeln am Ei der Wirbelthiere (vorl. Mitth.) in: Ber. d. naturw.-medic. Vereins zu Innsbruck. Bd. 11. 1882.
169 A. WEISMANN. Die Entwickelung der Dipteren im Ei in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 13. 1863.
170. — Beiträge zur Naturgeschichte der Daphniden I—VII in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 27. 28. 30. 1876—79.
171. — Beiträge zur Kenntniss der ersten Entwickelungsvorgänge im Insektenei in: Festschrift für Henle. Bonn 1882.
172. — Ueber Leben und Tod. Jena 1884.
172a. — Ueber die Vererbung. Jena 1883.
173. — Die Continuität des Keimplasmas. Jena 1885.
174. H. v. WIELOWIESKY. Vorläufige Bemerkungen über die Eizelle in: Biol. Centralblatt. Bd. 4. 1884.
175. — Zur Kenntniss der Eibildung bei der Feuerwanze in: Zool. Anz. 7. Nr. 198. 1885.
176. — Das Keimbläschenstadium des Geschlechtskernes. Ein Beitrag zur Bildungsgeschichte der Geschlechtsprodukte in: Zool. Anz. 8. Nr. 211. 1885.

177. F. Will. Zur Bildung der Eier und des Blastoderms bei den viviparen Aphiden in: Arb. Würzburger Instituts. Bd. 6. 1883.
178. — Ueber die Entstehung des Dotters und der Epithelzellen bei den Amphibien und Insekten in: Zool. Anz. Bd. 7. 1884. Nr. 167. 168.
179. — Bildungsgeschichte und morphol. Werth des Eies von Nepa und Notometa: in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 41. 1885.
180. E. Witlaczil. Zur Anatomie der Aphiden in: Arb. Zool. Instituts Wien. R. 4. 1882.
181. — Entwickelungsgesch. der Aphiden in: Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 40. 1884.
182. Wittich. Die Entstehung des Arachnideneies im Eierstock in: Müllers Archiv. 1849.
183. G. Zaddach. Untersuchung über die Entwickelung und den Bau der Gliederthiere. 1. Die Entwickelung des Phryganideneies. Berlin 1854.

Tafelerklärungen.

Die Figuren sind sämmtlich mit einer Zeiss'schen Camera lucida entworfen in der Höhe des Tisches. Stets wurden Seibert'sche Oculare, meistens auch Objective von dieser Firma angewandt. Leider konnte ich bei der Zusammenstellung der Tafeln nicht die genaue Reihenfolge der Nummern innehalten, besonders mussten die farbigen Figuren, die sich auf Coleopteren beziehen, auf Tafel X untergebracht werden.

Allgemeine Bezeichnungen.

f	= Follikelepithel.	*kf*	= Keimfleck.
p	= Peritonealhülle.	*n*	= Nucleolus.
nz	= Nährzellen.	*dh*	= Dotterhaut.
tp	= Tunica propria.	*ch*	= Chorion.
kbl	= Keimbläschen.	*m*	= Mikropyle.

Tafel V.

Fig. 1—17. Carabus nemoralis.

Fig. 1—5. Junge Eier aus dem unteren Theile des Endfaches von Carabus nemoralis. Sublimat. Haematoxylin. Seibert V. Ocul. o. Vergr. 365.

Fig. 6—8. Junge Eier von C. nemoralis, in denen sich der Nucleolus herausbildet. Sublimat. Haematoxylin. Seibert III. Ocul. o. Vergr. 126.

Fig. 9. Ei von C. nemoralis mit sonnenförmigem Nucleolus. Sublimat. Lithioncarmin. Seibert III. Oc. o. Vergr. 126.

Fig. 10. Ein etwas älteres Ei mit eichelförmigem Nucleolus, welcher aequatorial durchschnitten ist. Sublimat. Lithioncarmin. Seibert III. Ocul. o. Vergr. 126.

Fig. 11. Keimbläschen mit eichelförmigem Nucleolus. *kbl.* = Keimbläschen. *kf* = Keimfleck. Sublimat. Lithioncarmin. Seibert III. Ocul o. Vergr. 126.

Fig. 12. Ein eben solches Keimbläschen, das aber schon an die Peripherie gerückt ist. Sublimat. Haematoxylin. Seibert III. Oc. o.

Fig. 13. Schematischer Längsschnitt durch einen eichelförmigen Nucleolus.

Fig. 14. Ei von C. nemoralis. Keimbläschen in der Nähe der Peripherie mit eichelförmigem Nucleolus. Dotterhaut schon gebildet. Vergr. 10.

Fig. 15. Keimbläschen ohne Nucleolus an der Dotterhaut, abgeflacht. Sublimat. Haematoxylin. Eilänge $3^1/_2$ mm. SEIBERT III. Ocul. o. Vergr. 126.

Fig. 16. Dasselbe Ei bei schwacher Vergrösserung. Vergr. 10.

Fig. 17. Keimbläschen ohne Nucleolus, an einer Seite eingedrückt und vielleicht in Auflösung begriffen. Ballenaustritt (?) SEIBERT III. Oc. o. Vergr. 126.

Fig. 18—23. Carabus auratus.

Fig. 18. Junge Eizellen von C. auratus. Sublimat. Haematoxylin *a. b. c.* verschiedene Entwicklungsstadien des Keimbläschens. SEIBERT V. Ocul. o. Vergr. 365.

Fig. 19. Junges Ei von C. auratus. Sublimat. Haematoxylin. SEIBERT. V. Oc. o.

Fig. 20—22. Drei Entwickelungsstadien des Keimbläschens. Zerfall des Nucleolus. SEIBERT III. Oc. o. Vergr. 126.

Fig. 23. Reifes Ei von C. auratus. Keimbläschen verschwunden, chromatische Flecken am vorderen Pol. Carmin. Vergr. 10.

Fig. 24—20. Dytiscus marginalis.

Fig. 24—28. Entwickelung des Eies von Dytiscus marginalis. Allmählicher Schwund der chromatischen Substanz. Sublimat. Boraxcarmin (nach Dr. KORSCHELT's Praeparaten). SEIBERT III. Oc. o. Vergr. 126.

Fig. 29. Rand des Keimbläschens von Fig. 28, um die amoeboiden Fortsätze zu zeigen. SEIBERT V. Oc. o. Vergr. 365.

Fig. 30. Eikern von Dytiscus, amoeboid zerflossen. *a* = Dotterballen, welche sich bräunlich färben. Sublimat. Boraxcarmin. SEIBERT III. Oc. o.

Fig. 31—35. Silpha.

Fig. 31. Drei junge Eier am unteren Ende des Endfaches von Silpha. Sublimat. Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 32. Ein etwas älteres Ei von Silpha. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 33—35. Eier von Silpha mit stark amoeboidem Keimbläschen. Sublimat. Doppelfärbung. SEIBERT I. Oc. o. Vergr. 55.

Fig. 36—39. Morophorus vespillo.

Fig. 36. Junges Ei von Necrophorus vespillo. Sublimat. Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 37. Ein etwas älteres Ei von Necrophorus. Keimbläschen schon stark amoeboid. Sublimat. Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 38. 39. Eier von Necrophorus Schwund des Keimbläschens. Sublimat. Doppelfärbung. SEIBERT I. Oc. o.

Fig. 40—43. Geotrupes.

Fig. 40. Junges Ei von Geotrupes. Heisser Alkohol. Lithioncarmin. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 41—43. Keimbläschen von Geotrupes, um das Gerüst und die Nucleolen zu zeigen. Fig. 42 hoher Schnitt. Fig. 43 tiefer Schnitt. Heisser Alkohol. Lithioncarmin. SEIBERT III. Oc. o. Vergr. 180.

Fig. 44. Cetonia aurata.

Fig. 44. Keimbläschen von Cetonia aurata. Heisser Alkohol. Lithioncarmin. SEIBERT III. Oc. o. Auf die Hälfte reducirt. Vergr. 90.

Tafel VI.

Fig. 45–49. Lina populi.

Fig. 45. Junges Ei, in dem das Keimbläschen central liegt. SEIBERT V. Oc. o. (bei allen Figuren.)

Fig. 46. Ein Stück eines etwas älteren Eies, das Keimbläschen wandert an die Peripherie.

Fig. 47. Von dem Keimbläschen lösen sich 2 Ballen ab.

Fig. 48. Ablösung eines Ballens.

Fig. 49. Ein schon etwas zerfallener Ballen liegt abseits vom Ei.

Fig. 50 und 51. Lycus aurora.

Fig. 50. Junges Ei des Endfaches, Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 51. Aelteres dotterreiches Ei, das Keimbläschen liegt peripher und hat wahrscheinlich (?) 2 Ballen gebildet. Färbung und Vergr. wie in Fig. 50.

Fig. 52—57. Periplaneta orientalis.

Pig. 52 u. 53. Zwei junge Periplaneta-Eier, frisch mit Methylgrünessigsäure behandelt. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 54. Keimbläschen eines älteren Eies. Sublimat. Haematoxylin. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 54. Ein dotterreiches Ei, das das Keimbläschen central zeigt. Sublimat. Carmin. SEIBERT III. Oc. o.

Fig. 56. Centrales Keimbläschen bei Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 57. Peripheres eingebuchtetes Keimbläschen mit einem grossen Ballen. Heisser Alhohol. Carmin. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 58—61. Gryllotalpa europaea.

Fig. 58. Junges Ei mit Endfaden. SEIBERT III. Oc. o.

Fig. 59. Keimbläschen desselben Eies. *a* = Nucleolen. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 60. Das undeutliche Keimbläschen liegt noch central. SEIBERT V. Oc. c.

Fig. 61. Keimbläschen peripher, sehr undeutliche Nucleolen und Kernnetz. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 62—65. Locusta viridissima.

Fig. 62. Junges Ei. Carminfärbung. SEIBERT III. Oc. o.

Fig. 63. Etwas älteres Ei. Carmin. SEIBERT III. Oc. o.

Fig. 64. Undeutliches Keimbläschen mit Nucleolus und Gerüst liegt peripher.

Fig. 65–69. Pieris brassicae.

Fig. 65 u. 66. Zwei junge Eier mit Dotterbildung. Sublimat. Haematoxylin. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 67. Ein etwas älteres Ei. Lithioncarmin. SEIBERT III. Oc. o.

Fig. 68. Zwei Keimbläschen desselben Stadiums und Kernfaden. Lithioncarmin. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 69. Stück eines älteren dotterreichen Eies mit eingebuchtetem Keimbläschen. Lithioncarmin. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 70—80. Sphinx ligustri.

Pig. 70. Jüngeres Ei. Keimbl. peripher. Sublimat. Doppelfärbung. SEIBERT I. Oc. o. Vergr. 55.

Fig. 71. Keimbläschen desselben Eies. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 72. Ein Ei, dessen Keimbläschen schon die „Ballen" abgiebt. Doppelfärbung. SEIBERT I. Oc. o.

Fig. 73. Keimbläschen mit Ballenaustritt. Sublimat. Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc o.

Fig. 74. Ei, an dem noch Ballenaustritt stattfindet. Doppelfärbung. SEIBERT I. Oc. o.

Fig. 75. Keimbläschen desselben Eies vergrössert. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 76. Keimbläschen mit Resten von Ballen. Einige glänzende Kugeln haben sich in seinem Innern gebildet. Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 77. Ein noch etwas weiter vorgeschrittenes Keimbläschen. Doppelfärbung. SEIBERT V. oc. o.

Fig. 78. Letztes beobachtetes Keimbläschen, körnige Structur desselben. Bei *a* Reste der Ballen in Auflösung begriffen. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 79. Ziemlich reifes Ei mit Chorion und Dotterhaut, etwas geschrumpft. *m* = Mikropyle. *x* = Plasmadifferenzirung zur Anlockung des Spermatozoons. *bl* = Keimhautblastem. SEIBERT I. Oc. o.

Fig. 80. Oberer Pol eines fast reifen Eies mit parthenogenetischen Kernen (?). *m* = Mikropyle. SEIBERT V. Oc. o.

Tafel VII.

Fig. 81—88. Zygaena filipendulae.

Fig. 81. Junges Ei. Keimbläschen mit Gerüst. Dotterbildung. Sublimat. Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 82. Keimbläschen an einer Seite in Ballen zerfallen, die beinahe noch darin zu liegen scheinen. MAYER's Carmin. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 83. Ballenaustritt. Die Ballen lösen sich weiter unten wieder auf (bei *x*). Im Schnitt ist ein Riss. MAYERS Carmin. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 84. Der Ballenaustritt hat aufgehört, man sieht noch die Reste der Ballen, die sich auflösen. MAYER's Carmin. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 85 - 88. Allmähliches Verschwinden des Keimbläschens. *h* = helle Plasmaschicht, die wahrscheinlich Kunstproduct ist. Sublimat. Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 89—112. Musca vomitoria.

Fig. 89. Ganz junges Ei. Osmium-Essigsäure nach HERTWIG. Boraxcarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 90. Etwas älteres Ei mit Nährzellen. SEIBERT I. o.

Fig. 91. Ei mit Nährzellen. Aus dem Keimbläschen treten hier schon Ballen aus. SEIBERT I. o.

Fig. 92 u. 93. Keimbläschen mit Ballen. Salpetersäure. Haematoxylin. SEIBERT V. o.

Fig. 94. Keimbläschen hat sich wieder abgerundet. Anfang der Blastembildung. *dh* = Dotterhaut. Boraxcarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 95. Querschnitt durch den oberen Pol eines Eies auf demselben Stadium. Dotterhaut. Ein Nährzellenkern (*nz*) ist durch Druck ins Ei gedrungen.

Fig. 96. Das Keimbläschen ist vom oberen Pol etwas hinabgestiegen. Nährzellen fast verbraucht. SEIBERT I. o.

Fig. 97. Keimbläschen desselben Eies stärker vergrössert. SEIBERT V. o.

Fig. 98. Keimbläschen in Auflösung. SEIBERT I. o.

Fig. 99. Keimbläschen desselben Eies vergrössert; es hat seine Membran verloren und wird von der Peripherie aus körnig. Boraxcarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 100. Ei ohne Keimbläschen, an der Mykropyle ein heller Fleck. Carmin. SEIBERT I. o.

Fig. 101—103. Der Fleck an der Mikropyle bei verschiedener Färbung. 101, Pikrocarmin. 102. Haematoxylin und 103. Saffranin. SEIBERT V. o.

Fig. 104 u. 105. Parthenogenetische Kerne (?) am oberen Pol. Boraxcarmin SEIBERT V. o.

Fig. 106. Frisch gelegtes Ei. *k* = Eikern. SEIBERT V. o.

Fig. 107. Auftretender Eikern (*k*). *a* = Blastemzapfen, der wahrscheinlich den Spermakern enthielt. Boraxcarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 108. Oberer Pol eines frischgelegten Eies. *k* = Eikern oder Furchungskern. Boraxcarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 109. Ei mit den ersten Embryonalkernen. SEIBERT. I. o.

Fig. 110. Ein Stück vom oberen Pol desselben Eies. Heisser Alkohol. Pikrocarmin. SEIBERT hom. Immers. $\frac{1}{12}$. Oc. o.

Fig. 111. Ein sich theilender Embryonalkern vom oberen Pol (cf. Fig. 110). Heisser Alkohol. Pikrocarmin. ZEISS hom. Immers $\frac{1}{18}$. SEIBERT. Oc. o.

Fig. 112. Ein Stück vom unteren Pol eines etwas älteren Eies. Heisser Alkohol. Pikrocarmin. SEIBERT hom. Immers $\frac{1}{12}$. Oc. o.

Fig. 113 u. 114. Anabolia.

Fig. 113. Junges Ei von Anabolia. *g* = Reste des Kerngerüstes. Sublimat. Doppelfärbung. SEIBERT V. o.

Fig. 114. Aelteres dotterreiches Ei, Keimbläschen eingedrückt, durch den Schnitt etwas aus seiner Lage gekommen. Doppelfärbung. SEIBERT III. o.

Tafel VIII.

Fig. 115—122. Vespa.

Fig. 115. Stück von einem Endfachlängsschnitt mit 2 jungen Eiern (*a.* u. *b*). Sublimat. Haematoxylin. SEIBERT V. o.

Fig. 116. Junges Ei aus dem Ende des Endfadens. Heisser Alkohol. Lithioncarmin. SEIBERT hom. Immrs. $\frac{1}{12}$. Oc. 1.

Fig. 117 u. 118. Zwei junge Eier, um die sich schon Follikelepithel gebildet hat. Sublimat. Haematoxylin. SEIBERT V. o.

Fig. 119. Stück von einem Ei mit Keimbläschen, das von Dotterkernen umgeben ist. Heisser Alkohol. Lithioncarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 120. 121. 122. Obere Pole von drei verschieden alten Eiern. Verschwinden der Dotterkerne. Auftreten des gewöhnlichen Dotters. Heisser Alkohol. Lithioncarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 123—128. Bombus terrestris.

Fig. 123. Stück des Endfadens mit einem jungen Ei (*a*). Sublimat. Boraxcarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 124—126. Stücke vom oberen Pol des Eies. Keimbläschen und Dotterkern (*x*). Sublimat. Boraxcarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 127. Oberer Eipol mit Keimbläschen und Dotterkernen. Heisser Alkohol. Doppelfärbung. SEIBERT V. o.

Fig. 128. Dasselbe von einem etwas älteren Ei, an dem schon der Anfang des Chorion vorhanden war. Heisser Alkohol. Doppelfärbung. SEIBERT V. o.

Fig. 129—131. Trogus lutorius.

Fig. 129. Junges Ei vom Ende des Endfaches. Sublimat. Boraxcarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 130 u. 131. Die oberen Pole von zwei älteren dotterreichen Eiern mit diffusem Dotterkern. Sublimat. Boraxcarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 132—137. Banchus fulvipes.

Fig. 132. Junges Ei mit centralem Keimbläschen. Heisser Alkohol. Doppelfärbung. SEIBERT V. o.

Fig. 133. Grösseres Ei mit peripherem Keimbläschen. Dotterbildung. Doppelfärbung. SEIBERT V. o.

Fig. 134 u. 135. Zwei Keimbläschen mit Ballenaustritt. Eilänge 0,2—0,25 mm. Doppelfärbung. SEIBERT V. o.

Fig. 136 u. 137. Obere Pole von grösseren Eiern mit diffusem Dotterkern. Eilänge ca. 0,4 mm. Doppelfärbung. SEIBERT V. o.

Fig. 138. Pimpla.

Fig. 138. Junges Ei von P. varicornis mit centralem Keimbläschen. Doppelfärbung. SEIBERT V. o.

Fig. 139. Keimbläschen von P. sp. Noch kein Dotterkern. Heisser Alkohol. Pikrocarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 140. Es hat sich ein diffuser Dotterkern gebildet. Pikrocarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 141—151. Anomalon circumflexum.

Fig. 141. Erstes Auftreten des „diffusen Dotterkerns". Heisser Alkohol. Pikrocarmin. SEIBERT VI. o.

Fig. 142—145. Der „diffuse Dotterkern concentrirt sich am unteren Eipol. Keimbläschen noch central. Heisser Alkohol. Pikrocarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 146. Das Keimbläschen ist an die Peripherie gerückt. Die Dotterconcretionen am hinteren Pol haben sich wolkenartig aufgelöst. Pikrocarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 147. Ei auf ungefähr dem gleichen Stadium wie Fig. 146. Das Keimbläschen ist aber noch nicht an die Peripherie gelangt, wogegen der Dotterkern schon weiter fortgebildet ist. Pikrocarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 148. Der gewöhnliche Dotter aufgetreten. Dotterkern! Combinirte Figur. Pikrocarmin. SEIBERT V. o.

Fig. 149. Keimbläschen mit Ballenaustritt. SEIBERT V. o.

Fig. 150. Keimbläschen und Dotterhaut ist schon gebildet. *kbl* = Keimbläschen. *dk* = der Rest des sich lösenden Dotterkerns. SEIBERT V. o.

Fig. 151. Ei mit Chorion, ohne Keimbläschen, mit noch einer Spur des Dotterkernes. Am oberen Pol merkwürdige Chitinbildungen. *a* = ringförmiger Wulst. *b* = Zapfen. Vergr. 120.

Fig. 152—161. Lampronota (?).

Fig. 152. Junges Ei frisch untersucht. SEIBERT VI. o.

Fig. 153—155. Aeltere Eier mit Chorion. Auftreten der diffusen Dotterkerne. In Fig. 153 und 154 ist das Chorion fortgelassen. Lebend untersucht. Vergr. 450.

Tafel IX.

Lampronota.

Fig. 156 u. 157. Eier von Lampronota mit Dotterkern (*x*), lebend. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 158 u. 159. Zwei Schnitte durch jüngere Eier von Lampronota, welche das Keimbläschen central (158) und peripher (159) zeigen. Sublimat. Haematoxylin. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 160. Schnitt durch ein Ei, das sein Keimbläschen schon verloren hat. Am unteren Pol der Dotterkern. Sublimat. Haematoxylin. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 161. Hinterer Pol von einem solchen Ei, der Dotterkern hat eine grosse Vacuole.

Fig. 162—168. Ophion ventricosum und luteum.

Fig. 162. Längsschnitt durch ein jüngeres Ei von Oph. ventricosum. Keimbläschen schon peripher gelagert. Heisser Alkohol. Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 163. Oberer Pol eines etwas älteren Eies. Das Keimbläschen ist wieder mehr central gerückt. Dotterbildung. Heisser Alkohol. Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 164. Hinterer Pol eines fast reifen Eies mit grossem Dotterkern. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 165. Querschnitt durch den hinteren Pol eines völlig reifen Oviducteies. SEIBERT V Oc. o.

Fig. 166. Junges Ei mit centralem Keimbläschen von Oph. luteum. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 167. Oberer Pol eines älteren Eies. Peripheres Keimbläschen mit Ballenaustritt. Anfang der Dotterbildung. Eilänge 29 μ. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 168. Oberer Pol eines noch älteren Eies. Keimbläschen wieder etwas central gewandert. Eilänge 471 μ. Keimbl. 20,4 μ. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 169–175. Ephialtes.

Fig. 169. Junges Ei von Eph. liturater. Heisser Alkohol. Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 170. Stück eines älteren Eies mit peripherem Keimbläschen. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 171. Keimbläschen mit Ballenaustritt. Bei *a* war vielleicht (?) ein Zusammenhang zwischen Keimbläschen und Ballen. Heisser Alkohol. Doppelfärbung. ZEISS hom. Immers. $\frac{1}{18}$. Oc. o.

Fig. 172. Junges Ei von Eph. sp. Sublimat. Boraxcarmin. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 173. Ei mit peripherem Keimbläschen. *dk* = Dotterkern.

Fig. 174. Keimbläschen ganz amoeboid, es ist wieder etwas central gewandert.

Fig. 175. Optischer Schnitt durch das Hinterende eines ganz reifen Eies. Dotterkern. Eosin. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 176—181. Ambyteles castigator.

Fig. 176. Junges Ei, am hinteren Pol wahrscheinlich (?) „diffuser Dotterkern" als Vorstadium zur Bildung der eigentlichen Dotterkerne. Heisser Alkohol. Haematoxylin. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 177. Aelteres Ei mit peripherem Keimbläschen. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 178. Keimbläschen mit Ballenaustritt. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 179. Oberer Pol eines grösseren Eies. Keimbläschen wieder etwas central gerückt.

Fig. 180 u. 181. Oberer und unterer Pol eines Eies. Keimbläschen und Dotterkern zu gleicher Zeit. Heisser Alkohol. Haematoxylin. SEIBERT V. Oc. c.

Fig. 182—185. Aphrophora spumaria.

Fig. 182. Ei mit centralem Keimbläschen. Der Schnitt ist nach oben etwas tangential gefallen. Heisser Alkohol. Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 183. Ei mit peripherem Keimbläschen. Ballenaustritt. Dotterbildung. SEIBERT V. Oc. c.

Fig. 184. Stück eines Eies mit peripherem Keimbläschen, das den Ballenaustritt zeigt. Seibert V. Oc. o.

Fig. 185. Das Keimbläschen hat sich schon wieder etwas abgerundet, aber die Ballen sind noch zu sehen. Keimhautblastem. Seibert V. Oc. c.

Fig. 186—194. Epeira diadem ata.

Fig. 186, 187, 189. Drei jüngere Eier, frisch in $^3/_4$% Kochsalzlösung. Seibert V. Oc. o.

Fig. 188 a. u. b. Zwei Nucleolen mit ihren Vacuolen. Seibert V. Oc. o.

Fig. 191. Keimbläschen nach Behandlung mit Methylgrünessigsäure. Seibert.

Fig. 191. Ei nach Behandlung mit Methylgrünessigsäure.

Fig. 192. Junges Ei am Ovarialepithel. Sublimat. Boraxcarmin. Seibert V. Oc. o.

Fig. 193. Ein etwas älteres Ei. Das Chromatin im Keimbläschen hat sich vermindert. Seibert V. Oc. o.

Fig. 194. Noch grösseres Ei, etwas geschrumpft. Stielzellen. Seibert V. Oc. o.

Fig. 195. Lycoside.

Fig. 195. Junges Ei einer unbestimmten Lycoside mit Dotterkern. Sublimat. Haematoxylin V. Oc. o.

Fig. 191—201. Phalangium sp.

Fig. 196. Ganz junges Ei, frisch in Kochsalzlösung. Seibert V. Oc. o.

Fig. 197. Keimbläschen desselben Eies nach Methylgrünessigsäure-Behandlung Seibert V. Oc. o.

Fig. 198 u. 199. Zwei etwas reifere Eier. Auftreten des Dotters. Keimbläschen noch central. Seibert I. Oc. o.

Fig. 200 u. 201. Zwei ziemlich reife Eier mit excentrischem Keimbläschen. Bei Fig. 201 liegt letzteres ganz an der Peripherie. Seibert I. Oc. o.

Fig. 202—212. Julus sp.

Fig. 202 u. 203. Zwei junge Eier hyalin mit wenig Dotter, frisch untersucht. Seibert V. Oc. o.

Fig. 204. Keimbläschen eines solchen Eies nach Methylgrünessigsäure-Behandlung. Seibert V. Oc. o.

Fig. 205. Ei, dessen Keimbläschen beginnt undeutlich zu werden. Seibert I Oc. o.

Fig. 206—207. Zwei ältere Eier nach etwas leichtem Druck auf das Deckglas. Keimbläschen excentrisch, schwer nachweisbar. Seibert I. Oc. o.

Fig. 208. Stück der Ovarialwand mit 2 jungen Eizellen. Sublimat. Doppelfärbung. Keimbläschen roth. Seibert V. oc. o.

Fig. 209. Stück der Ovarialwand mit einem etwas grösseren Ei. Sublimat. Doppelfärbung. Seibert V. Ocul. o.

Fig. 210. Ein noch älteres Ei an seinem Stiel. Doppelfärbung. Seibert V. Oc. c.

Fig. 211. Ei, in dem schon viel Dotter vorhanden ist. Sublimat. Pikrocarmin. Seibert III. Oc. o. Durchmesser 0,22 mm.

Fig. 212. Stück eines noch älteren Eies mit Keimbläschen. Pikrocarmin. Seibert V. Oc. o. Durchmesser 0,35 mm.

Tafel X.

Fig. 213—223. Glomeris marginata.

Fig. 213. Längsschnitt durch ein Stück der Ovarialwand. x = jüngste Eizellen. *kbl* = Keimbläschen. n = Nucleolus. *dk* = Dotterkern. f = Follikelepithel. p = Peritonealhülle. t = durchgeschnittene Trachee. Sublimat. Doppelfärbung. Seibert III. Ocul. o.

Fig. 214—216. Drei jüngste Eizellen. *f* = Follikelzelle. *k* = Keimepithel. *m* = muscularis. *p* = Peritonealhülle. Doppelfärbung. ZEISS hom. Immers. $\frac{1}{18}$. SEIBERT Oc. o.

Fig. 217. Ei mit Dotterkern. Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 218. Ein etwas älteres Ei, dessen Dotterkern sich wieder gelöst hat. Doppelfärbung. SEIBERT III. Oc. o.

Fig. 219—221. Drei Keimbläschen dieses Stadiums. Protuberanzen des grossen Nucleolus. Ausserdem ein kleiner Nucleolus. Sublimat. Fig 221 Haematoxylin, sonst Doppelfärbung. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 222. Ei mit ziemlich viel Dotter. Keimbläschen noch central. Der blaugefärbte Dotter an der Peripherie. Doppelfärbung. SEIBERT III. Oc. o.

Fig. 223. Grösseres Ei mit peripherem, eingedrücktem Keimbläschen „Blauer Dotterkern". Doppelfärbung. SEIBERT III. Oc. o.

Fig. 224—233. Peripatus Edwarsii.

(Nach Praeparaten von Herrn Prof. v. KENNEL, Würzburg.)

Fig. 224—227. Längsschnitt durch die Ovarialwand mit jungen Eiern. e_1 e_2 e_3 = Eier. *f* = Follikelzellen. *ep* = Keimepithel. *m* = Muscularis. *p* = Peritonealepithel. Sublimat. Boraxcarmin. SEIBERT hom. Immers. $\frac{1}{12}$. Oc. o.

Fig. 228—233. Eier aus dem Receptaculum ovorum. Sublimat. Boraxcarmin ZEISS hom. Immers. $\frac{1}{18}$. SEIBERT Oc. o.

Fig. 228 u. 229. Eier mit Richtungsspindel (?). Durchmesser 25.84 u. 27,70 μ.

Fig. 230 - 232. Befruchtungsvorgang (?). Ek_1 u. Ek_2 = die beiden Schleifen des Eikerns Sp_1 u. Sp_2 = die beiden Spermakernschleifen (?).

Fig. 233. Theilung der Mikrosomen (??).

Fig. 234 - 236. Carabus auratus.

Fig. 234. Stück vom oberen Pol eines fast reifen Eies. Längsschnitt mit zwei Plasmahöfen. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 235. u. 236. Zwei derartige Höfe vergrössert. ZEISS hom. Immers. $\frac{1}{12}$. SEIBERT Oc. o.

Fig. 237—238. Silpha.

Fig. 237. Ei mit amoeboidem Keimbläschen bei Doppelfärbung. SEIBERT III. Oc. o.

Fig. 238. Keimbläschen desselben Eies vergrössert. Bei *a* ist ein Plasmazapfen des Eies getroffen. SEIBERT V. Oc. o.

Fig. 239—242. Lycus aurora.

Fig. 239. Junges Ei bei Doppelfärbung mit Pikrocarmin und Dahlia. Dotterelemente an der Peripherie. SEIBERT III. Oc. o.

Fig. 240. Keimbläschen desselben Eies vergrössert. Kernfaden. SEIBERT III. Oc. o.

Fig. 241. Ei mit ziemlich viel Dotter und peripherem Keimbläschen. Dieselbe Doppelfärbung wie Fig. 239. SEIBERT III Oc. o.

Fig. 242. Ein Ei auf demselben Stadium, aber mit Dahlia allein gefärbt. SEIBERT III. Oc. o.

Fig 45
Fig 46
Fig 47
b
Fig 50
Fig 51
Fig 52
Fig 53
Fig 54
Fig 55
Fig 56
Fig 57
Fig 58
Fig 59
a
Fig 60
Fig 61
Fig 62
Fig 63
Fig 64
Fig 65
Fig 66
Fig 67
Fig 68
Fig 69
Fig 70
Fig 71
Fig 72
Fig 73
Fig 74
Fig 75
Fig 76
Fig 77
Fig 78
Fig 79
Fig 80

Fig 81

Fig 80

Fig 84

Fig 115

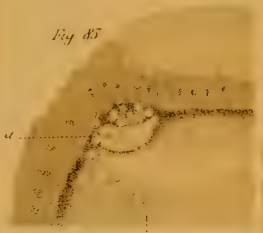


Fig 87

Fig 83

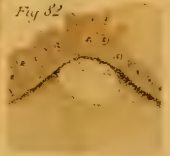


Fig 82

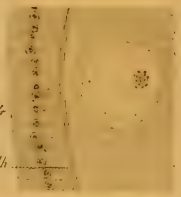


Fig 94

Fig 114

Fig 99

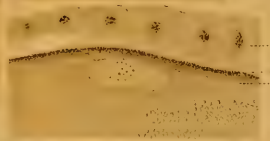


Fig 86

Fig 93

Fig 95

Fig 100

Fig 111

Fig 97

Fig 89

Fig 92

Fig 105

Fig 107

Fig 108

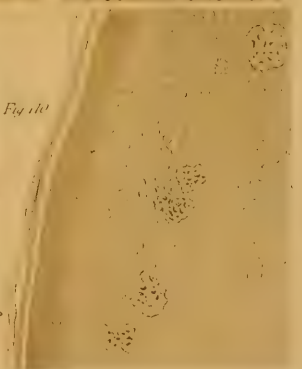


Fig 110

Fig 90

Fig 91

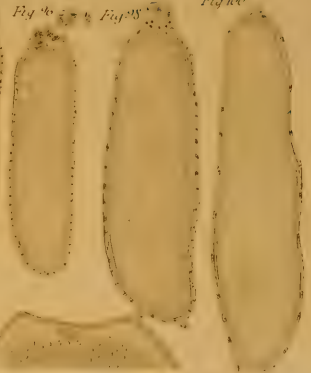


Fig 101

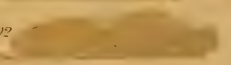


Fig 102

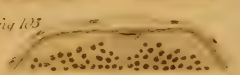


Fig 103

Fig 100

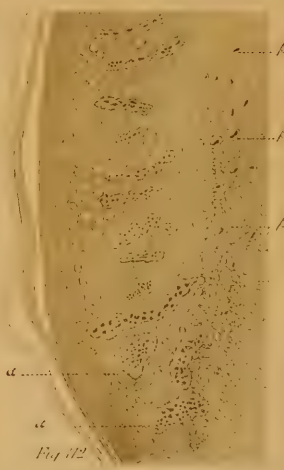


Fig 112

Mohr (Paul Siebeck) Freiburg i. B.
Lith. Anst. v. Meinzer & Brings Freiburg i. B.

Fig 161
Fig 162
Fig 163
Fig 164
Fig 165
Fig 166
Fig 167
Fig 168
Fig 169
Fig 170
Fig 171
Fig 172
Fig 173
Fig 174
Fig 175
Fig 176
Fig 177
Fig 178
Fig 179
Fig 180
Fig 181
Fig 182
Fig 183
Fig 184
Fig 185
Fig 186
Fig 187
Fig 188
Fig 189
Fig 190
Fig 191
Fig 192
Fig 193
Fig 194
Fig 195
Fig 196
Fig 197
Fig 198
Fig 199
Fig 200
Fig 201
Fig 202
Fig 203
Fig 204
Fig 205
Fig 206
Fig 207
Fig 208
Fig 209
Fig 210
Fig 211
Fig 212

Fig 215
Fig 216
Fig 216
Fig 217
Fig 218
Fig 219
Fig 220
Fig 221
Fig 222
Fig 223
Fig 224
Fig 225
Fig 226
Fig 227
Fig 228
Fig 229
Fig 230
Fig 231
Fig 232
Fig 233
Fig 234
Fig 235
Fig 236
Fig 237
Fig 238
Fig 239
Fig 240
Fig 241
Fig 242

3 2044 106 306 384